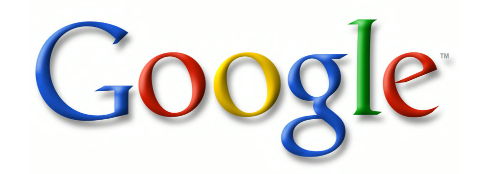


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

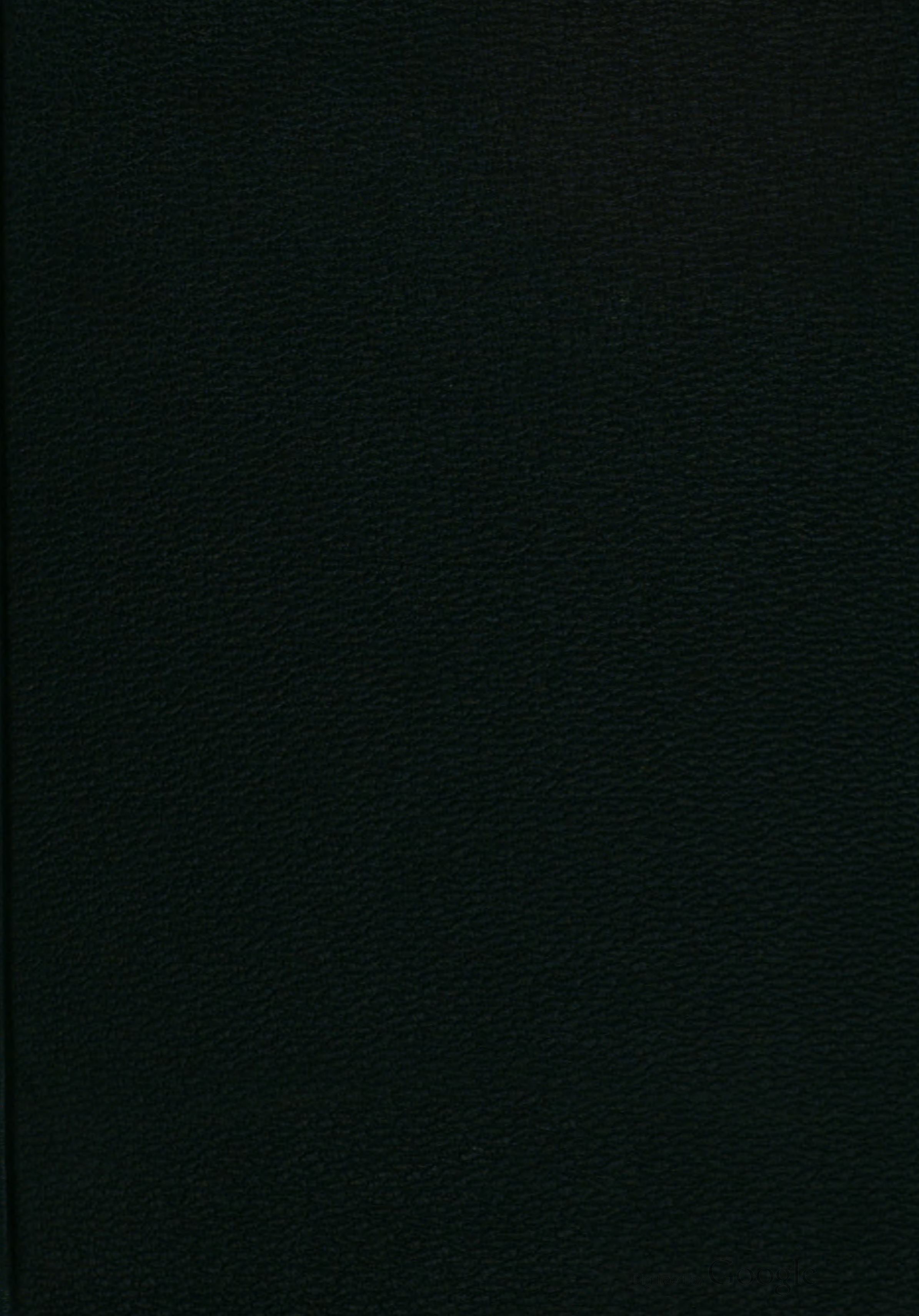
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

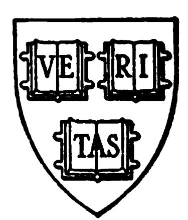
+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

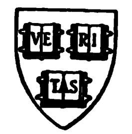
Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



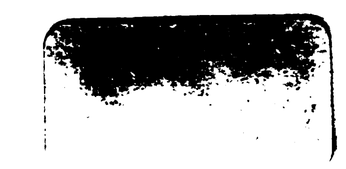
HARVARD UNIVERSITY



HARVARD COLLEGE

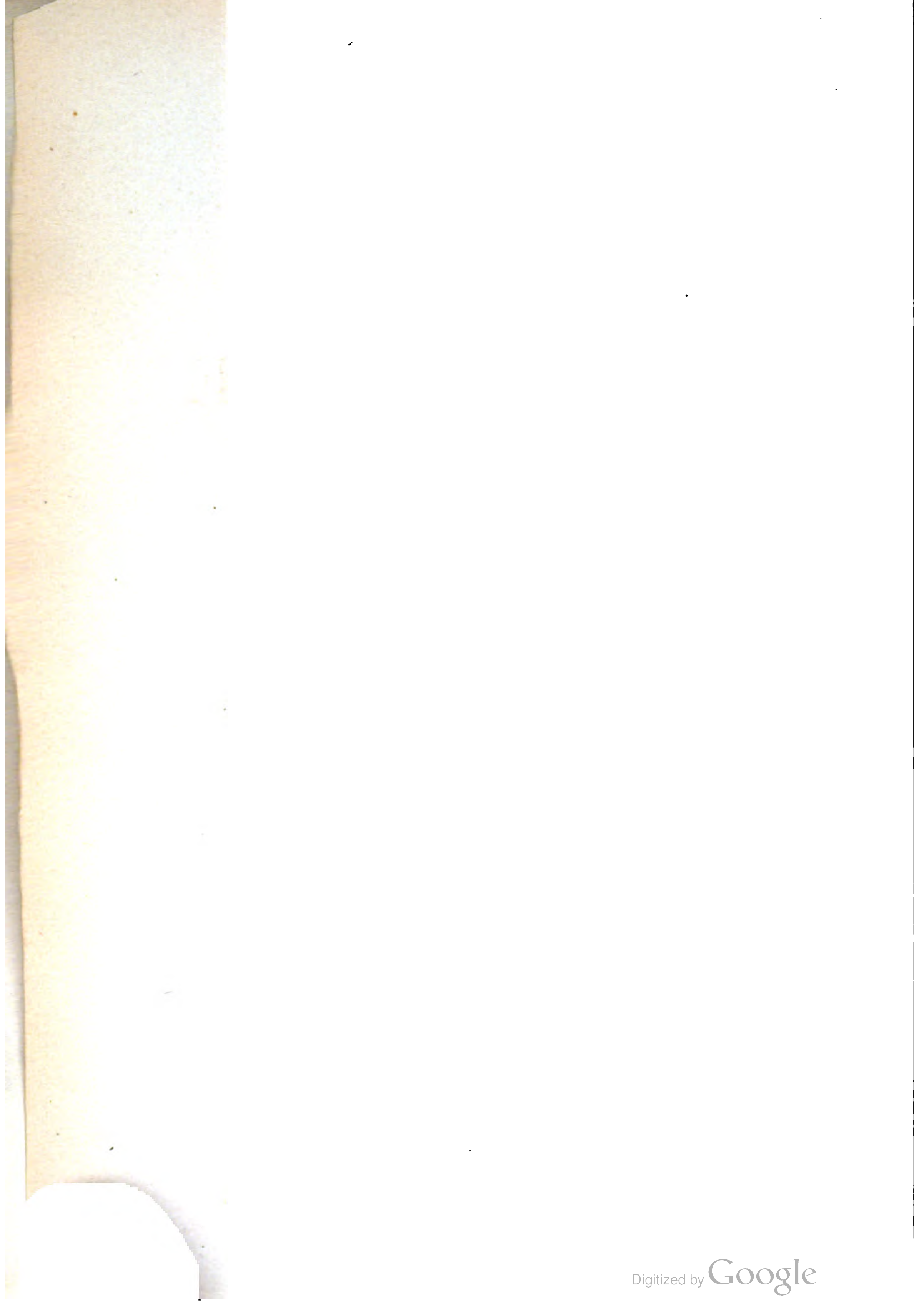


SCIENCE CENTER
LIBRARY



Digitized by Google

Digitized by Google


Digitized by Google

ZEITSCHRIFT

FÜR

BIOLOGIE

VON

M. v. PETTENKOFER UND C. VOIT,
PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN.

SIEBZEHNTER BAND.

MÜNCHEN UND LEIPZIG 1881.
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Versuche über den Raumsinn der Haut bei Kindern, angestellt an der obern Extremität nach der Methode der richtigen und falschen Fälle von Dr. W. Camerer 1

Ueber die Luftbewegung in den Münchener Sielen. Von Dr. Aladár v. Rózsahegyi 23

Versuche über den Raumsinn der Haut an Blinden. Von Oskar Gärttner 56

Der Raumsinn der unteren Extremität bei Anchylose des Kniegelenkes. Von E. Schimpf 62

Respirationsversuche am schlafenden Menschen. Von Dr. L. Lewin . . 71

Liebig's Methode der Harnstofftitrirung und ihre Modificationen. Von Dr. Max Gruber 78

Vergleichende Bestimmungen des Fettgehaltes der Milch durch Gewichtsanalyse, mittels des Lactobutyrometers und der neuen aräometrischen Methode von Soxhlet. Von Dr. E. Egger 110

Histiologische und physiologische Studien. Von G. Valentin. XLII—XLIV. 113

Ueber den Einfluss des kohlensauren Natrons und des kohlensauren Kalks auf den Eiweissumsatz im Thierkörper. Von Dr. Adolf Ott 165

Einige Versuche über das Verhalten des Wassers in unseren Kleidern. Von Dr. Klas Linroth 184

Ueber den Stoffverbrauch im hungernden Pflanzenfresser. Von Dr. Max Rubner 214

Antwort auf Prof. E. Pflüger's „Zweiten kritischen Beitrag zur Titration des Harnstoffs“. Von Dr. Max Gruber 239

Photometrie des Absorptionsspectrums der Blutkörperchen. Von Ernst Jessen. (Mit Tafel I, II u. III) 251

Ueber Schwefelbestimmungen im Harn der Herbivoren. Von H. Weiske. 273

Digitized by Google

Seite

Ueber Fleisch- und Fettproduction in verschiedenem Alter und bei verschiedener Ernährung. (Von Dr. E. Kern und Dr. H. Wattenberg.) Referat von W. Henneberg 295

Einige Bedingungen der Pepsinwirkung quantitativ studirt. Von Adolf Mayer 351

Das Maass der Schallstärke. Von Karl Vierordt 361

Untersuchungen zur Kanalisation. Von Dr. J. Soyka. I. (Mit Tafel IV) 368

Ueber die Bedeutung des Asparagins für die thierische Ernährung. Von H. Weiske (Referent), G. Kennepohl und B. Schulze. II. . . 416

Ueber die Zusammensetzung der Frauenmilch. Von M. A. Mendes de Leon 501

Der zeitliche Ablauf der Zersetzung im Thierkörper. Von Dr. Ludwig Feder. (Mit Tafel V—VIII) 531

Digitized by Google

Versuche über den Raumsinn der Haut bei Kindern,
angestellt an der obern Extremität nach der Methode der richtigen und falschen Fälle

von

Dr. W. Camerer.

---

1. Vorbemerkungen.

Im Jahre 1875 wurde ich von Prof. v. Vierordt veranlasst, an meinen beiden ältesten Mädchen, damals 6 und 8 Jahre alt, Versuche über den Raumsinn der Haut anzustellen, deren wichtigste Resultate bereits von Vierordt in der „Physiologie des Kindesalters“ S. 150 ff. mitgetheilt worden sind. Im Jahre 1879, genau 4 Jahre später, begann ich mit denselben Kindern eine zweite Versuchsreihe, welche gerade ebenso angestellt wie die erste, eine Vergleichung der Leistungen des Sinnes in verschiedenen Lebensaltern zulässt.

Meine Versuchsmethode weicht in einigen Punkten ab von der im physiologischen Institut in Tübingen befolgten, welch letztere den bekannten Arbeiten der Studirenden Kottenkamp, Ullrich, Paulus, Riecker und Hartmann zu Grunde liegt (siehe diese Zeitschrift Bd. 6 S. 37, Bd. 7 S. 237, Bd. 9 S. 95, Bd. 10 S. 177 und Bd. 11 S. 79). Im physiologischen Institut wurde folgendermassen verfahren: Durch geeignete Befestigung zweier Nadeln auf Holz wurde ein- für allemal ein gewisser Abstand der Nadelspitzen hergestellt, und es kamen an einer Körperstelle 10—12 Nadelpaare (also auch 10—12 Spitzenabstände) zur Verwendung. Ich dagegen brachte an einer Körperstelle nie mehr als 6 (und nie weniger als 4) Nadelabstände zur Verwendung. Im physiologischen Institut wurde dem experimentirenden Studenten von einem Gehilfen ein

Digitized by Google

Nadelpaar auf die zu untersuchende Körperstelle aufgesetzt; derselbe hatte sich nun zu entscheiden, ob er eine oder zwei Nadelspitzen fühle; denn bekanntlich, wenn die zwei Nadelspitzen einander zu nahe liegen, verfliessen die beiden Eindrücke, welche sie machen, zu einem einzigen[1]). Der Experimentator gab also sein Urtheil ab, ohne den verwendeten Nadelabstand zu kennen; dann aber wurde ihm die Grösse desselben mitgetheilt, da er sein Urtheil selbst registrirte. Nach geschehenem Eintrag des Versuchsresultates wurde ein zweites Nadelpaar applicirt und so fort. Die an der betreffenden Körperstelle zu verwendenden Nadelpaare wurden in regelloser Folge aufgesetzt, dazwischen hinein wurden, ebenfalls ohne bestimmte Ordnung, „Vexirversuche" gemacht, d. h. die betreffende Körperstelle wurde ohne Wissen des Experimentators mit einer Nadel berührt. — Bei dieser Methode folgen also die einzelnen Berührungen langsam auf einander, das Ergebnis jedes Versuches wird der Versuchsperson vor Anstellung eines neuen bekannt.

Meine Kinder hatten während der Versuchszeit, 4—5 Minuten lang, die Augen geschlossen. Ich machte in rascher Folge 12 Versuche, indem ein und dasselbe Nadelpaar im Ganzen 8 mal und eine einzelne Nadel im Ganzen 4 mal auf die zu prüfende Stelle der obern Extremität aufgesetzt wurde. Das Nadelpaar und die einzelne Nadel wechselten ohne bestimmte Ordnung. Nach jeder Berührung wurde das Urtheil „eins" oder „zwei" abgegeben und von mir in eine bereit gehaltene Tabelle eingetragen. Die 12 Versuche sammt Eintrag erforderten etwa 35 Secunden Zeit; waren sie beendigt, so machte ich eine kleine Pause, um meine Einträge zu revidiren; sodann kam an derselben Körperstelle ein anderes Nadelpaar, wieder 8 mal, mit 4 eingeschalteten Vexirversuchen, zur Verwendung. Die 4—6 Nadelpaare, welche an einer Körperstelle

---

1) Es ist bei diesen Versuchen nicht rathsam, die Haut mit stechenden Nadelspitzen zu berühren. In Tübingen berührte man, wo kleine Spitzenabstände zu verwenden waren, mit den Oehrseiten feiner Nähnadeln, bei grossen Nadelabständen aber mit den Köpfen gewöhnlicher Stecknadeln. Ich berührte die Fingerspitze mit den Spitzen sogenannter Straminnadeln (welche nicht stechen), die übrigen Localitäten ebenfalls mit Stecknadelköpfen. Als Abstand zweier Nadeln galt alsdann die Entfernung der Mitte eines Kopfes von der Mitte des andern Kopfes.

Digitized by Google

überhaupt zur Anwendung kamen, applicirte ich entweder in regelmässig aufsteigender Ordnung (von den kleinsten Nadelabständen bis zu den grössten) oder in regelmässig absteigender Ordnung. Um sämmtliche Nadelpaare, sammt den zugehörigen Vexirversuchen, an einer Körperstelle zu appliciren, brauchte ich, die kleinen Pausen incl., 4—5 Minuten. Nun folgte eine grössere Pause von ca. 1 Minute Dauer, worauf ich von der rechten zur linken Extremität überging (oder umgekehrt), um dort an der entsprechenden Stelle die Versuche in gleicher Anzahl und Ordnung zu machen. Hierauf wurde das Kind entlassen, nachdem es, Pausen incl., 8—10 Minuten thätig gewesen war und in dieser Zeit allerdings 96—144 Urtheile abgegeben hatte. In den folgenden 10 Minuten experimentirte ich mit dem zweiten Kinde, dann kam das erste wieder an die Reihe und so fort. Während eines Versuchstages operirte ich immer an vier Stellen der obern Extremität, nämlich entweder an Fingerspitze, I. Phalanx des Mittelfingers, Handteller, Handgelenk; oder an Mitte des Vorderarms, Ellbogengelenk, Mitte des Oberarms, Akromion; immer auf der Volarseite der Extremität und so, dass die beide Nadelspitzen (resp. Köpfe) verbindende Linie senkrecht auf der Längsachse des Gliedes stand.

Es ist jedenfalls auf das Resultat der Versuche von Einfluss, ob an einer Körperstelle mit dem grössten oder mit dem kleinsten Nadelabstand begonnen wird, ferner ob eine Körperstelle an einem Versuchstage am Beginn oder am Ende der (ca. 40 Minuten betragenden) Versuchszeit geprüft wird. Ich ordnete daher meine Versuche so an, dass eine regelmässige Abwechslung in dieser Beziehung stattfand; will jedoch auf diese Verhältnisse nicht näher eingehen.

2. Versuchsresultate.

Die Aufmerksamkeit, welche die Kinder auf Lösung ihrer verhältnismässig schwierigen Aufgabe verwandten, wird für den Sachverständigen besser als durch Berichte über ihr Verhalten bei den Versuchen durch die in den folgenden Tabellen mitgetheilten, in der That unerwartet correcten Versuchsresultate bewiesen. — Zum bessern Verständnis dieser Tabellen sei über Anordnung der Versuche noch Folgendes bemerkt: Immer an 12 auf einander folgen-

Digitized by Google

den Versuchstagen experimentirte ich an Fingerspitze, I. Phalanx, Handteller und Handgelenk; an den 12 nächsten Versuchstagen an Vorderarm bis Akromion, sodann wieder an Fingerspitze bis Handgelenk etc. Nach dem oben Gesagten erhielt ich an einem Versuchstag für jede der geprüften Körperstellen und jeden Nadelabstand 8 Versuche und 4 zugehörige Vexirversuche, demgemäss für die betreffende Stelle der rechten und linken Extremität zusammen 16 Versuche und 8 Vexirversuche, was für 6 Versuchstage 96 Versuche und 48 Vexirversuche ergeben würde. Um geradeaus 100 Versuche und 50 zugehörige Vexirversuche zu bekommen, machte ich an 2 Versuchstagen (unter 6) an jeder Körperstelle und mit jedem Nadelabstand statt 8 Versuchen deren 9, und an einem Versuchstag (unter 6) an jeder Körperstelle und zugleich mit jedem Nadelabstand statt 4 Vexirversuchen deren 5. Eine sechstägige „Versuchsreihe" enthält demgemäss für jede Stelle der Extremität und jeden Nadelabstand 100 Versuche (50 an rechter und 50 an linker Extremität) und 50 zugehörige Vexirversuche (25 an rechter und 25 an linker Extremität). Eine 12tägige „Hauptversuchsreihe" aber enthält 200 Versuche und 100 zugehörige Vexirversuche. Die Tabellen enthalten die Zahl der richtigen Fälle: für die Versuche mit einem Nadelpaar unter Rubrik *V*, für die zugehörigen Vexirversuche unter Rubrik *Vx*. Die kleinen Zahlen sind die richtigen Fälle der Versuchsreihen und geben das ganz unveränderte Versuchsresultat (mit einer später zu erwähnenden Ausnahme); die grossen Zahlen sind die richtigen Fälle für die Hauptversuchsreihen. Die kleinen Zahlen unter Rubrik *V* sind eo ipso Procentwerthe, die kleinen Zahlen unter Rubrik *Vx* sind auf 50 Fälle zu beziehen. Die grossen Zahlen unter Rubrik *V* sind Procentwerthe und demgemäss die arithmetischen Mittel aus zwei zugehörigen kleinen Zahlen, die grossen Zahlen unter Rubrik *Vx* sind ebenfalls Procentwerthe und die Summen der zugehörigen kleinen Zahlen. Die ab und zu beigefügten kleinen Zahlen mit Zeigern (z. B. 1') geben die Zahl der „unentschiedenen Fälle" und beziehen sich in der Rubrik *V* auf 100 Versuche und in der Rubrik *Vx* auf 50 Versuche.

Digitized by Google

Tabelle I.

Spitze des Mittelfingers [1]).

Nadelabstände in Mm.	Hedwig (geb. 1. April 1868)										Ida (geb. 12. April 1870)									
	0,65 [2])		1		1,5		2		2,5		0,65		1		1,5		2		2,5	
Nummer u. Datum der Hauptversuchsreihen	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx
1. Februar 1876	—	—	14	50	50	50	94	48	100	50	—	—	14	48	41	48	79	49	99	50
	—	—	9	48	50	46	86	49	97	50	—	—	14	46	65	48	87	49	98	50
	—	—	**11,5**	**98**	**50**	**96**	**90**	**97**	**98,5**	**100**	—	—	**14**	**94**	**53**	**96**	**83**	**98**	**98,5**	**100**
2. März 1876	—	—	25	47	58	45	88	50	94	50	—	—	8	49	37	50	77	48	96	48
	—	—	43	45	82	45	100	48	99	50	—	—	11	49	45	49	81	50	89	50
	—	—	**34**	**92**	**70**	**90**	**94**	**98**	**96,5**	**100**	—	—	**9,5**	**98**	**41**	**99**	**79**	**98**	**92,5**	**98**
3. April 1876	—	—	42	46	76	47	96	50	100	50	—	—	13	48	54	49	92	48	97	48
	—	—	55	45	87	45	97	50	100	48	—	—	8	44	51	50	82	50	100	50
	—	—	**48,5**	**91**	**81,5**	**92**	**96,5**	**100**	**100**	**98**	—	—	**10,5**	**92**	**52,5**	**99**	**87**	**98**	**98,5**	**98**
1. November 1879	—	—	62	39	88	44	99	45	100	48	—	—	30	46	68	47	98	48	98	49
	—	—	62	42	84	44	98	50	100	50	—	—	55	50	71	45	100	48	100	50
	—	—	**62**	**81**	**86**	**88**	**98,5**	**95**	**100**	**98**	—	—	**42,5**	**96**	**69,5**	**92**	**99**	**96**	**99**	**99**
2. Januar 1880	—	—	59	46	95	50	100	47	100	49	—	—	45	39	77	47	98	49	100	50
	—	—	70	46	98	50	100	50	100	50	—	—	52	42	86	47	98	48	97	50
	—	—	**64,5**	**92**	**96,5**	**100**	**100**	**97**	**100**	**99**	—	—	**48,5**	**81**	**81,5**	**94**	**98**	**97**	**98,5**	**100**
3. März 1880	59	45	83	47	100	48	100	49	—	—	53	48	68	49	89	49	99	50	—	—
	67	46	67	48	95	49	100	50	—	—	62	49	65	48	93	50	100	50	—	—
	63	**91**	**75**	**95**	**97,5**	**97**	**100**	**99**	—	—	**57,5**	**97**	**66,5**	**97**	**91**	**99**	**99,5**	**100**	—	—

1) Die Berührungsstelle war 3—4 mm vom freien Rande des Nagels entfernt.

2) Der Abstand der Nadelspitzen ist mit der Lupe gemessen.

Digitized by Google

Tabelle II.

Erstes Glied des Mittelfingers[1] (Mitte).

	Hedwig										Ida									
Nadelabstände in Mm.	2		3		4		5		7		2		3		4		5		7	
Nummer u. Datum der Hauptversuchsreihen	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx
1. November 1875	2	50	$12^{2'}$	50	$34^{1'}$	49	87	48	100	50	12	47	$46^{1'}$	49	68	45	89	49	95	49
	17	48	59	49	75	48	98	49	100	50	14	45	$35^{2'}$	43	61	46	76	46	96	44
	9,5	**98**	**35,5**	**99**	**54,5**	**97**	**92,5**	**97**	**100**	**100**	**13**	**92**	**40,5**	**92**	**64,5**	**93**	**82,5**	**95**	**95,5**	**93**
2. März 1876	9	49	19	47	40	48	69	49	94	49	29	45	50	46	63	47	83	49	96	50
	19	43	27	46	54	49	81	50	99	50	8	48	29	50	58	49	76	50	96	50
	14	**92**	**23**	**93**	**47**	**97**	**75**	**99**	**96,5**	**99**	**18,5**	**93**	**39,5**	**96**	**60,5**	**96**	**79,5**	**99**	**96**	**100**
3. April 1876	24	48	46	50	63	50	98	50	100	50	9	45	42	46	68	46	88	50	100	50
	21	44	48	46	73	50	97	50	100	49	15	46	46	49	62	47	86	50	98	48
	22,5	**92**	**47**	**96**	**68**	**100**	**97,5**	**100**	**100**	**99**	**12**	**91**	**44**	**95**	**65**	**93**	**87**	**100**	**99**	**98**
1. November 1879	41	42	52	46	72	48	85	50	100	50	$34^{1'}$	45	$36^{1'}$	$45^{2'}$	$62^{1'}$	45	$75^{3'}$	47	100	49
	47	47	59	47	67	47	84	50	100	50	42	44	47	43	75	48	76	48	98	50
	44	**89**	**55,5**	**93**	**69,5**	**95**	**84,5**	**100**	**100**	**100**	**38**	**89**	**41,5**	**88**	**68,5**	**93**	**75,5**	**95**	**99**	**99**
2. Januar 1880	54	42	70	47	92	49	99	50	100	50	$49^{1'}$	48	57	45	68	49	80	50	97	48
	62	47	72	47	93	50	98	50	100	50	37	42	67	47	82	50	92	50	100	50
	58	**89**	**71**	**94**	**92,5**	**99**	**98,5**	**100**	**100**	**100**	**43**	**90**	**62**	**92**	**75**	**99**	**86**	**100**	**98,5**	**98**
3. März 1880	61	48	78	49	94	49	100	50	100	50	36	48	66	45	86	46	100	50	100	50
	60	50	63	50	84	50	95	50	100	50	49	43	63	47	78	48	90	49	100	50
	60,5	**98**	**70,5**	**99**	**89**	**99**	**97,5**	**100**	**100**	**100**	**42,5**	**91**	**64,5**	**92**	**82**	**94**	**95**	**99**	**100**	**100**

1) I. Phalanx wird die der Hand nächstliegende genannt.

Digitized by Google

Tabelle III.

Volarfläche der Hand (Mitte).

Nadelabstände in Mm.	Hedwig 3		Hedwig 4		Hedwig 5		Hedwig 7		Hedwig 9		Ida 3		Ida 4		Ida 5		Ida 7		Ida 9	
Nummer u. Datum der Hauptversuchsreihen	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx
1. November 1875	—	—	37	47	63	45	98	46	99	48	—	—	51	38[1']	77[1']	41[1']	83	45	99	48
	—	—	66[1']	41	89	42	97	48	100	49	—	—	34	44	50	41[1']	83	37	94	43
	—	—	51,5	88	76	87	97,5	94	99,5	97	—	—	42,5	82	63,5	82	83	82	96,5	91
2. März 1876	18	49	32	47	52	49	77	50	96	50	33	42	56	46	67	48	85	50	95	50
	26	42	39	47	53	48	85	48	99	50	14	49	36	49	60	49	84	50	97	47
	22	91	35,5	94	52,5	97	81	98	97,5	100	23,5	91	46	95	63,5	97	84,5	100	96	97
3. April 1876	47	45	71	47	81	49	96	49	98	49	35	45	56	47	80	50	92	50	98	48
	47	44	52	42	86	48	97	47	100	50	27	44	59	47	72	49	84	49	97	50
	47	89	61,5	89	83,5	97	96,5	96	99	99	31	89	57,5	94	76	99	88	99	97,5	98
1. November 1879	56	40	69	45	81	49	96	49	99	49	45[1']	42[1']	59	43	61	40[3']	88	49[1']	92	50
	48	38	67	48	77	48	94	50	100	50	34	44	52	43	58	50	66	40	82	48
	52	78	68	93	79	97	95	99	99,5	99	39,5	86	55,5	86	59,5	90	77	89	87	98
2. Januar 1880	53	43	71	49	80	49	96	49	95	50	44	40	54	45	63	45	81	47	90	50
	62	45	86	48	93	49	100	50	99	50	35	43	55	40	63	44	87	47	89	49
	57,5	88	78,5	97	86,5	98	98	99	97	100	39,5	83	54,5	85	63	89	84	94	89,5	99
3. März 1880	58	45	72	49	93	50	100	50	100	50	38	48	54	46	73[1']	49	87	49	90[1']	49
	56	49	68	50	74	50	99	50	100	50	32	42	46	46	69	49	95	48	98	50
	57	94	70	99	83,5	100	99,5	100	100	100	35	90	50	92	71	98	91	97	94	99

Digitized by Google

Tabelle IV.

Handgelenk (Mitte der Volarseite).

Hedwig														
Nadelabstände in Mm.	7		9		11		13		15		17		20	
Nummer u. Datum der Hauptversuchsreihen	*V*	*Vx*	*V*	*Vx*	*V*	*Vx*	*V*	*Vx*	*V*	*Vx*	*V*	*Vx*	*V*	*Vx*
1. Novbr. 1875	—	—	—	—	16	50	38	50	39	49	55	50	67	45
	—	—	—	—	61	47	81	49	94	48	94	48	99	49
	—	—	—	—	**38,5**	**97**	**59,5**	**99**	**66,5**	**97**	**74,5**	**98**	**83**	**94**
2. März 1876	—	—	—	—	29	48	44	47	61	50	74	49	91	49
	—	—	46	49	38	47	56	47	74	50	86	49	99	50
	—	—	—	—	**33,5**	**95**	**50**	**94**	**67,5**	**100**	**80**	**98**	**95**	**99**
3. April 1876	—	—	56	48	62	48	88	49	92	49	100	50	—	—
	—	—	44	46	62	48	80	49	93	50	94	50	—	—
	—	—	**50**	**94**	**62**	**96**	**84**	**98**	**92,5**	**99**	**97**	**100**	—	—
4. April 1876	—	—	—	—	66	49	81	49	85	49	94	50	100	50
	—	—	—	—	83	47	92	49	98	49	100	50	100	49
	—	—	—	—	**74,5**	**96**	**86,5**	**98**	**91,5**	**98**	**97**	**100**	**100**	**99**
1. Novbr. 1879	—	—	72	47	62	42	86	48	94	49	97	50	100	50
	—	—	74	49	76	45	85	49	95	49	97	49	100	49
	—	—	**73**	**96**	**69**	**87**	**85,5**	**97**	**94,5**	**98**	**97**	**99**	**100**	**99**
2. Januar 1880	54	42	72	42	82	49	97	48	100	49	100	49	—	—
	71	46	90	47	97	49	100	50	100	48	100	49	—	—
	62,5	**88**	**81**	**89**	**89,5**	**98**	**98,5**	**98**	**100**	**97**	**100**	**98**	—	—
3. März 1880	72	47	92	50	96	49	99	50	100	50	—	—	—	—
	59	47	81	49	87	50	99	50	100	48	—	—	—	—
	65,5	**94**	**86,5**	**99**	**91,5**	**99**	**99**	**100**	**100**	**98**	—	—	—	—
4. Mai 1880	52	43	71	47	89	49	97	49	99	49	—	—	—	—
	41	48	79	48	91	49	95	50	99	49	—	—	—	—
	46,5	**91**	**75**	**95**	**90**	**98**	**96**	**99**	**99**	**98**	—	—	—	—

Digitized by Google

Tabelle IV.

(Fortsetzung.)

Ida														
Nadelabstände in Mm.	7		9		11		13		15		17		20	
Nummer u. Datum der Hauptversuchsreihen	*V*	*Vx*	*V*	*Vx*	*V*	*Vx*	*V*	*Vx*	*V*	*Vx*	*V*	*Vx*	*V*	*Vx*
1. Novbr. 1875	—	—	—	—	38	49	60	48	74	49	73	50	93	47
	—	—	—	—	39[1']	44	49[3']	46[1']	56[3']	47	71[1']	46	87	45[1']
	—	—	—	—	**38,5**	**93**	**54,5**	**94**	**65**	**96**	**72**	**96**	**90**	**92**
2. März 1876	—	—	—	—	59	50	74	48	82	49	91	50	97	48
	—	—	25	48	70	50	79	50	87	49	93	50	100	50
	—	—	—	—	**64,5**	**100**	**76,5**	**98**	**84,5**	**98**	**92**	**100**	**98,5**	**98**
3. April 1876	—	—	61	44	85	44	86	48	94	48	100	49	—	—
	—	—	68	47	83	46	92	48	96	50	98	50	—	—
	—	—	**64,5**	**91**	**84**	**90**	**89**	**96**	**95**	**98**	**99**	**99**	—	—
4. April 1876	—	—	—	—	89	42	91	44	95	47	97	47	99	46
	—	—	—	—	70	48	87	48	96	47	94	49	100	50
	—	—	—	—	**79,5**	**90**	**89**	**92**	**95,5**	**94**	**95,5**	**96**	**99,5**	**96**
1. Novbr. 1879	—	—	23	48	39[1']	50	70	48	82	49	92	50	95[1']	50
	—	—	45	44	70	49	77	49	78	50	94	50	98	50
	—	—	**34**	**92**	**54,5**	**99**	**73,5**	**97**	**80**	**99**	**93**	**100**	**96,5**	**100**
2. Januar 1880	45	40	58	43	62	45	75	43	82	49	93	49	—	—
	48	45	68	49	78	50	91	49	91	50	94	50	—	—
	46,5	**85**	**63**	**92**	**70**	**95**	**83**	**92**	**86,5**	**99**	**93,5**	**99**	—	—
3. März 1880	63	45	70	48	90	50	93	50	99	50	—	—	—	—
	58	50	79	48	92	50	98	49	99	50	—	—	—	—
	61,5	**95**	**74,5**	**96**	**91**	**100**	**95,5**	**99**	**99**	**100**	—	—	—	—
4. Mai 1880	75	42	77	47	92	50	96	50	99	50	—	—	—	—
	65	47	75	49	82	49	93	50	96	50	—	—	—	—
	70	**89**	**76**	**96**	**87**	**99**	**94,5**	**100**	**97,5**	**100**	—	—	—	—

Digitized by Google

Tabelle V.

Vorderarm (Mitte).

	Hedwig											
Nadelabstände in Mm.	13		15		17		20		23		26	
Nummer und Datum d. Hauptversuchsreihen	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx
1. Novbr. 1875	18	50	34	50	57	48	75	48	92	49	—	—
	32	48	44	48	63	49	85	50	98	49	—	—
	25	**98**	**39**	**98**	**60**	**97**	**80**	**98**	**95**	**98**	—	—
Nadelabstände	11		14		17		20		23		26	
2. März 1876	27	48	52	49	65	49	88	49	95	49	98	49
	30	46	54	48	74	49	86	50	93	50	98	50
	28,5	**94**	**53**	**97**	**69,5**	**98**	**87**	**99**	**94**	**99**	**98**	**99**
3. April u. Mai 1876	38	45	49	42	80	50	92	50	95	47	94	48
	39	37	60	48	77	50	91	48	95	50	96	50
	38,5	**83**	**54,5**	**90**	**78,5**	**100**	**91,5**	**98**	**95**	**97**	**95**	**98**
4. Mai u. Juni 1876	39	46	46	48	71	50	89	48	96	50	97	50
	39	46	70	42	85	42	94	44	97	40	97	48
	39	**92**	**58**	**90**	**78**	**92**	**91,5**	**92**	**96,5**	**90**	**97**	**98**
1. Decbr. 1879	45	40	57	47	74	50	92	50	98	50	98	50
	67	42	78	48	95	50	98	50	98	49	99	50
	56	**82**	**67,5**	**95**	**84,5**	**100**	**95**	**100**	**98**	**99**	**98,5**	**100**
2. Febr. 1880	50	47	62	48	83	50	94	50	100	50	100	50
	49	48	73	48	90	50	97	50	98	50	99	50
	49,5	**95**	**67,5**	**96**	**86,5**	**100**	**95,5**	**100**	**99**	**100**	**99,5**	**100**
3. Mai 1880	55	47	80	48	94	50	99	50	100	50	—	—
	69	50	83	50	91	50	99	50	100	50	—	—
	62	**97**	**81,5**	**98**	**92,5**	**100**	**99**	**100**	**100**	**100**	—	—
4. Mai u. Juni 1880	60	50	71	48	97	48	97	48	100	50	—	—
	51	48	84	48	93	48	99	50	100	50	—	—
	55,5	**98**	**77,5**	**96**	**95**	**96**	**98**	**98**	**100**	**100**	—	—

	Ida											
Nadelabstände in Mm.	13		15		17		20		23		26	
Nummer und Datum d. Hauptversuchsreihen	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx
1. Novbr. 1875	—	—	45 4'	41	41 4'	41	78	45 2'	78 2'	50	92	50
	—	—	56 1'	44	64	45	75	48	82	49	88	50
	—	—	**50,5**	**85**	**52,5**	**86**	**76,5**	**93**	**80**	**99**	**90**	**100**
Nadelabstände	11		14		17		20		23		26	
2. März 1876	40	42	65	45	83	48	76	49	95	49	97	49
	44	42	67	44	87	48	94	50	94	49	97	49
	42	**84**	**66**	**89**	**85**	**96**	**85**	**99**	**94,5**	**98**	**97**	**98**
3. April u. Mai 1876	17	46	40	45	81	50	96	50	96	49	97	48
	5	50	9	50	46	50	78	50	82	50	93	50
	11	**96**	**24,5**	**95**	**63,5**	**100**	**87**	**100**	**89**	**99**	**95**	**98**
4. Mai u. Juni 1876	9	50	24	50	54	50	77	50	87	50	96	50
	10	48	27	46	44	50	78	48	90	48	97	48
	9,5	**98**	**25,5**	**96**	**49**	**100**	**77,5**	**98**	**88,5**	**98**	**96,5**	**98**
1. Decbr. 1879	48 1'	44	58	45	69	44	72	49	87	49	90	50
	51	46	70	47	75	50	80	49	89	49	88	50
	49,5	**90**	**64**	**92**	**72**	**94**	**76**	**98**	**88**	**98**	**89**	**100**
2. Febr. 1880	54	43	54	46	62	49	66	48	80	50	96	50
	47 1'	44	67	48	75	50	76 2'	49 1'	94	50	97	50
	50,5	**87**	**60,5**	**94**	**68,5**	**99**	**71**	**97**	**87**	**100**	**96,5**	**100**
3. Mai 1880	49	49	76	50	80	49	92	50	99	50	—	—
	52	48	73	50	79	50	90	50	98	48	—	—
	50,5	**97**	**74,5**	**100**	**79,5**	**99**	**91**	**100**	**98,5**	**98**	—	—
4. Mai u. Juni 1880	52	48	67	50	81	50	85	50	98	50	—	—
	61	50	71	50	92	48	95	50	99	50	—	—
	56,5	**98**	**69**	**100**	**86,5**	**98**	**90**	**100**	**98,5**	**100**	—	—

Digitized by Google

Tabelle VI.
Ellbogen.

	Hedwig												Ida											
Nadelabstände in Mm.	13		15		17		20		23		26		15		17		20		23		26		29	
Nummer und Datum d. Hauptversuchsreihen	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx
1.	10	48	31	46	37	50	65	46	86	50	—	—	—	—	36	34 2'	47 1'	35 4'	55 2'	41 1'	69 2'	45	77	49
Novbr. 1875	34	47	37	47	50	44	73	49	89	49	—	—	—	—	27 1'	41 1'	58	45	67	46	73	46	84	49
	22	95	34	93	43,5	94	69	95	87,5	99	—	—	—	—	31,5	75	52,5	80	61	87	71	91	80,5	98
Nadelabstände	11		14		17		20		23		26		11		14		17		20		23		26	
2.	29	47	47	48	63	48	85	50	87	48	93	49	40	43	59	46	62	44	79	49	82	49	97	46
März 1876	41	48	42	41	70	46	80	49	94	50	97	49	29	45	58	46	79	46	90	47	94	50	96	47
	35	95	44,5	89	66,5	94	82,5	99	90,5	98	95	98	34,5	88	58,5	92	70,5	90	84,5	96	88	99	96,5	93
3.	27	43	60	47	79	47	89	50	95	48	92	50	18	50	50	49	81	49	98	49	94	50	98	50
April u. Mai	41	44	54	50	66	50	82	50	84	50	86	50	11	46	23	50	49	50	74	48	78	50	84	50
1876	34	87	57	97	72,5	97	85,5	100	89,5	98	89	100	14,5	96	36,5	99	65	99	86	97	86	100	91	100
4.	37	44	54	50	76	46	78	44	92	50	93	48	13	50	32	46	73	50	79	50	88	50	95	50
Mai u. Juni	51	40	63	38	79	46	94	46	95	46	99	50	7	50	32	50	60	50	89	48	93	48	98	48
1876	44	84	58,5	88	77,5	92	86	90	93,5	96	96	98	10	100	32	96	66,5	100	84	98	90.5	98	96,5	98
1.	46	44	60	47	76	49	86	49	95	50	98	49	46	39	55	43	69	48	85	48	93	47	95	50
Decbr. 1879	55	45	69	45	76	46	86	49	93	48	96	48	45	41	59	46	61	42	81	47	80	47	92	50
	50,5	89	64,5	92	76	95	86	98	94	98	97	97	45,5	80	57	89	65	90	83	95	86,5	94	93,5	100
2.	42	45	64	49	75	49	95	50	99	50	100	50	56	42	57	46	77	47	86	49	90	50	100	50
Febr. 1880	50	48	71	49	85	50	89	49	98	50	100	50	45	45	59	43	76	47 1'	89 1'	50	91	50	98	50
	46	93	67,5	98	80	99	92	99	98,5	100	100	100	50,5	87	58	89	76,5	94	87,5	99	90,5	100	99	100
3.	46	48	67	46	90	50	94	49	100	50	—	—	54	48	77	49	87	50	95	50	96	49	100	50
Mai 1880	62	42	77	50	97	50	92 1'	48	99	50	—	—	58	50	69	48	80	50	87	50	99	48	100	50
	54	90	72	96	93,5	100	93	97	99,5	100	—	—	56	98	73	97	83,5	100	91	100	97,5	97	100	100
4.	58	46	80	48	93	48	99	48	100	48	—	—	45	48	64	48	71	48	90	50	100	48	99	50
Mai u. Juni	41	48	69	48	92	50	100	48	99	50	—	—	40	38	60	50	81	50	92	50	99	50	100	48
1880	49,5	94	74,5	96	92,5	98	99,5	96	99,5	98	—	—	42,5	86	62	98	76	98	91	100	99,5	98	99,5	98

Digitized by Google

Tabelle VII. Oberarm[1]) (Mitte).

	Hedwig												Ida											
Nadelabstände in Mm.	13		15		17		20		23		26		15		17		20		23		26		29	
Nummer und Datum d. Hauptversuchsreihen	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx
1. Novbr. 1875	18	48	49	47	70	50	86	48	97	48	—	—	—	—	50 [2']	44	68 [2']	42	83 [1']	48	77	47 [1']	88	50
	23	50	28	49	49	47	64	49	87	48	—	—	—	—	56	46	58	50	64	47	78	49	91	50
	20,5	98	38,5	96	59,5	97	75	97	92	96	—	—	—	—	53	90	63	92	73,5	95	77,5	96	89,5	100
Nadelabstände	11		14		17		20		23		26		11		14		17		20		23		26	
2. März 1876	44	46	60	45	77	46	90	46	99	49	—	—	36	45	55	43	65	46	85	45	96	48	—	—
	50	47	59	45	78	44	89	47	97	49	—	—	41	42	65	47	77	40	86	48	94	47	—	—
	47	93	59,5	90	77,5	90	89,5	93	98	98	—	—	38,5	87	60	90	71	86	85,5	93	95	95	—	—
3. April u. Mai 1876	32	39	56	48	85	49	86	49	95	50	—	—	24	47	33	47	79	47	93	47	98	49	—	—
	47	46	57	48	85	50	92	50	94	48	94	50	0	50	32	50	54	42	76	46	92	50	95	48
	39,5	85	56,5	96	85	99	89	99	94,5	98	—	—	12	97	32,5	97	66,5	89	84,5	93	95	99	—	—
4. Mai u. Juni 1876	31	46	52	50	74	44	87	46	91	48	95	48	18	42	35	40	67	46	75	50	90	50	97	50
	54	38	57	48	69	46	94	50	95	48	98	50	11	46	31	50	49	44	72	46	86	48	95	46
	42,5	84	54,5	98	71,5	90	90,5	96	93	96	96,5	98	14,5	88	33	90	58	90	73,5	96	88	98	96	96
1. Decbr. 1879	54	41 [1']	77	48	89	48	97	47	98	50	100	50	50	40	63	42	68	37	81	45	90	47	93	45
	62	43	77	46	93	47	97	49	100	45	100	49	48	44	55	42	72	49	76	47	82	49	89	48
	58	84	77	94	91	95	97	96	99	95	100	99	49	84	59	84	70	86	78,5	92	86	96	91	93
2. Febr. 1880	55	46	73	50	86	50	97	50	100	50	100	50	56	41	68	44	73	43	85	50	95	49	95	50
	55	48	84	50	94	50	99	50	99	50	100	50	50	47	70	50	84	50	88 [1']	50	97	50	98 [1']	50
	55	94	78,5	100	90	100	98	100	99,5	100	100	100	53	88	69	94	78,5	93	86,5	100	96	99	96,5	100
3. Mai 1880	55	45	88	47	96	48	99	48	100	50	—	—	48	44	80	49	88	49	94	50	100	50	—	—
	71	50	88	50	97	50	97	48	99	48	—	—	75	42	74	48	81	50	95	48	100	50	—	—
	63	95	88	97	96,5	98	98	96	99,5	98	—	—	61,5	86	77	97	84,5	99	94,5	98	100	100	—	—
4. Mai u. Juni 1880	53	46	92	48	97	50	99	50	99	50	—	—	66	50	73	48	87	50	98	50	100	50	—	—
	51	50	81	48	92	50	98	50	100	50	—	—	61	50	77	50	94	50	98	50	100	50	—	—
	52	96	86,5	96	94,5	100	98,5	100	99,5	100	—	—	63,5	100	75	98	90,5	100	98	100	100	100	—	—

1) An dieser Stelle ist die Krümmung der Hautfläche von bedeutendem Einfluss auf das Resultat der Versuche.

Digitized by Google

Tabelle VIII.

Akromion.

	Hedwig												Ida											
Nadelabstände in Mm.	15		17		20		23		26		29		15		17		20		23		26		29	
Nummer und Datum d. Hauptversuchsreihen	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx	V	Vx
1. Decbr. 1875	—	—	22	46	50[1']	44	76[1']	46	83	49	95	47	—	—	52[1']	43	59[1']	37[1']	68[2']	44[1']	72[2']	43[2']	92	47
	—	—	25	47	51	47	76	48	78	46	89	49	—	—	41	45	61	43	60	44	78	47	82	50
	—	—	23,5	93	50,5	91	76	94	80,5	95	92	96	—	—	46,5	88	60	80	64	88	75	90	87	97
Nadelabstände	14		17		20		23		26		30		14		17		20		23		26		30	
2. März 1876	38	47	55	48	76	47	90	49	97	48	—	—	26	44	48	46	76	43	77	47	90	50	98	49
	44	48	60	48	72	45	84	47	94	50	—	—	33	42	68	40	72	45	77	47	81	48	97	45
	41	95	57,5	96	74	92	87	96	95,5	98	—	—	29,5	86	58	86	74	88	77	94	85,5	98	97,5	94
3. April u. Mai 1876	42	38	73	47	72	44	89	45	95	47	—	—	29	43	51	47	70	45	84	48	81	48	99	48
	64	42	66	42	83	38	87	46	91	50	94	50	2	50	15	50	43	48	62	50	74	48	93	48
	53	80	69,5	89	77,5	82	88	91	93	97	—	—	15,5	93	33	97	56,5	93	73	98	77,5	96	96	96
4. Mai u. Juni 1876	54	36	67	44	68	44	76	46	89	50	97	46	16	46	30	48	44	46	53	48	76	48	97	50
	62	44	63	40	71	40	87	46	94	48	97	44	10	46	27	44	52	50	58	50	77	44	96	48
	58	80	65	84	69,5	84	81,5	92	91,5	98	97	90	13	92	28,5	92	48	96	55,5	98	76,5	92	96,5	98
1. Decbr. 1879	60	45	76	42	86	46	88	49	99	48	100	48	50	39	65	42	75	43	88	46	93	45	96	47
	68	44	75	44	85	48	89	46	97	50	95	48	34	43	55	48	60	45	68	45	75	48	80	47
	64	89	75,5	86	85,5	94	88,5	95	98	98	97,5	96	42	82	60	90	67,5	88	78	91	84	93	88	94
2. Febr. 1880	54	45	70	45	77	49	91	48	93	42	100	48	62	39	69	44	70	44	71	47	82	43	92	48
	57	43	82	49	86	49	94	50	98	49	100	50	41	47	73[1']	47	80	48[1']	91	50	92	49	95[2']	48
	55,5	88	76	94	81,5	98	92,5	98	95,5	91	100	98	51,5	86	71	91	75	92	81	97	87	92	93,5	96
3. April u. Mai 1880	51	43	75	49	83	49	94	48	98	48[1']	—	—	58	49	76	50	89	50	90	50	96	50	100	50
	64	42	77	48	85	48	96	46	94[1']	48	—	—	54	48	66[1']	48	77	48	80	42	94	50	100	50
	57,5	85	76	97	84	97	95	94	96	96	—	—	56	97	71	98	83	98	85	92	95	100	100	100
4. Mai u. Juni 1880	63	46	81	48	88	48	95	48	99	48	97	50	57	44	64	46	70	48	85	48	94	46	98	50
	52	48	72	48	85	48	90	50	94	48	100	48	56	44	66	44	81	48	89	46	95	50	99	48
	57,5	94	76,5	96	86,5	96	92,5	98	96,5	96	98,5	98	56,5	88	65	90	85,5	96	87	94	94,5	96	98,5	98

Digitized by Google

3. Berechnung der Versuchsresultate.

Privatdocent Dr. G. E. Müller gibt in einer kürzlich erschienenen Abhandlung (Ueber die Maassbestimmungen des Ortssinnes der Haut mittels der Methode der richtigen und falschen Fälle, in Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie Bd. 19 S. 191 ff.) Anleitung, wie sich aus unsern Versuchsresultaten die Feinheitsmaasse des Ortssinnes in mathematisch exacter Weise ableiten lassen. Er begründet seine Methode folgendermassen: Unter Schwelle der richtigen Fälle versteht man denjenigen Nadelabstand, welcher eben noch erforderlich ist, um einen richtigen Fall herbeizuführen oder (was Müller für identisch hält) um den Eindruck einer Berührung an zwei verschiedenen Hautpunkten hervorzurufen. Diese Schwelle der richtigen Fälle besitzt jedoch, auch bei gleichbleibenden Versuchsverhältnissen, keineswegs immer denselben Werth, denn bekanntlich, wenn man mit einem nicht allzugrossen Nadelabstand Versuche macht, erhält man in unregelmässiger und zufälliger Weise das eine Mal einen richtigen, das andere Mal einen falschen Fall. Bezeichnet man den Mittelwerth, um welchen die in den einzelnen Beobachtungsfällen vorhandenen Schwellenwerthe herumschwanken, mit S, so ist der Schwellenwerth eines einzelnen Falles mit $S \pm \delta$ zu bezeichnen, da er um eine zufällige Grösse δ grösser oder kleiner als S ist. S aber, als die constante Grösse, wäre als Maass für die Feinheit des Ortssinnes zu verwenden. Unter der Voraussetzung ferner, dass für die Fehler $\pm \delta$ das Gauss'sche Fehlergesetz gültig sei, stellt Müller zwei Gleichungen auf, in welche die Werthe $\frac{r}{n}$, D, S und h eingehen $\Big($die eine Gleichung für den Fall $\frac{r}{n} > \frac{1}{2}$, die andere für den Fall $\frac{r}{n} < \frac{1}{2}\Big)$; r bedeutet die beobachtete Zahl richtiger Fälle, n (welches genügend gross sein muss) die Anzahl der gemachten Versuche, D den Nadelabstand, welcher das Verhältnis $\frac{r}{n}$ ergeben hat. S und h sind die beiden Unbekannten der Gleichung; S hat die oben erwähnte Bedeutung, h ist dem mittlern Werthe des Fehlers δ umgekehrt proportional. Für $\frac{r}{n} = \frac{1}{2}$ muss

Digitized by Google

$S = D$ gesetzt werden. Hätte man also mit 2 Nadelabständen eine (genügend grosse) Anzahl Versuche gemacht, so würde man zur Bestimmung von S und h 2 Gleichungen erhalten und könnte die beiden Unbekannten in einfacher Weise berechnen. Hat man aber mit 6 oder 12 Nadelabständen Versuche gemacht, so erhält man zur Bestimmung der beiden Unbekannten 6 oder 12 Gleichungen und es müsste die Methode der kleinsten Quadrate zur Anwendung kommen. Zur empirischen Prüfung der Frage, ob das Gauss'sche Fehlergesetz für unser Gebiet gültig sei, hat Müller die Resultate der oben erwähnten, im physiologischen Institut zu Tübingen angestellten Versuche benutzt.

Verschiedene Gründe bestimmen mich jedoch, nicht nach Müller's, ohnedem ziemlich umständlicher Methode zu rechnen. Schon vor längerer Zeit habe ich meine Resultate Prof. G. Th. Fechner mitgetheilt, und es ist mir daher bekannt, dass derselbe auf wesentlich andere Formeln und auf eine weit einfachere Berechnung der darin eingehenden Constanten gekommen ist — worüber demnächst eine Abhandlung von ihm erscheinen wird. Welche Berechnungsart vorzuziehen ist, wird also abzuwarten sein. Ausserdem aber kann ich der Auffassung Müller's in wichtigen Punkten nicht beistimmen, wie sich im Folgenden zeigen wird.

Die Urtheile der Versuchspersonen lauten „eins" oder „zwei" oder „unbestimmt". Das Erste ist ein richtiger Fall bei einem Vexirversuch, das Zweite bei einem Versuch mit einem Nadelpaar. Die Empfindungen nun, welche bei Berührung mit einem Nadelpaar zu einem richtigen Fall Veranlassung geben, sind qualitativ verschieden. Ist der Abstand der Nadelspitzen verhältnismässig gross, so hat man bei der Berührung das deutliche Gefühl zweier Spitzen, ja sogar eines schätzbaren Abstandes zwischen denselben. Berührt man aber die Körperstelle mit einem Nadelpaar von genügend kleinem Spitzenabstand, so hat man auch im Falle des richtigen Urtheils nie die deutliche Empfindung zweier Spitzen oder gar eines Abstandes zwischen denselben, vielmehr nur die nicht näher qualificirbare Empfindung, dass die Berührung nicht mit einer Nadelspitze, sondern mit etwas Breiterem erfolgt sei. — Ganz ähnliche Erfahrungen habe ich auf dem Gebiete des Geschmacksinnes gemacht. Eine Kochsalzlösung von einer bestimmten Concen-

Digitized by Google

tration schmecke eben noch salzig; eine noch mehr verdünnte Salzlösung wird alsdann zwar nicht mehr salzig schmecken, aber doch anders als destillirtes Wasser, und man wird, mit verschiedenen solchen schwachen Salzlösungen und mit destillirtem Wasser (als Vexirversuch) nach der Methode der richtigen und falschen Fälle experimentirend, mit zunehmender Concentration der Salzlösungen eine zunehmende Anzahl richtiger Fälle erhalten, ohne jemals in Wirklichkeit den Eindruck des Salzigen gehabt zu haben. Man könnte nun freilich die Versuchsperson auffordern, sie solle nur im Falle deutlicher Empfindung das Urtheil „zwei Spitzen" oder „salzig" abgeben, bei undeutlicher Empfindung aber das Urtheil „unbestimmt"[1]). Mit dieser Forderung aber würde man von ihr mehr verlangen, als die Sinne leisten, und dadurch die Versuchsmethode ihres eigentlichen Werthes berauben. Denn der Uebergang zwischen deutlicher und undeutlicher Empfindung ist ein ganz allmählicher; daher wäre die Versuchsperson in vielen Fällen nicht im Stande, ohne willkürliche Klassificirung ihrer Empfindungen dieser Forderung nachzukommen, wogegen die Entscheidung darüber, ob mit einer oder mit zwei Spitzen berührt wurde, ob destillirtes Wasser oder Salzlösung gereicht wurde, kurz gesagt, die Erkennung eines Unterschiedes zwischen beiden Sinnesreizen bei jedem einzelnen Versuch durch die unmittelbare Empfindung mit aller Sicherheit gegeben wird[2]).

Bei den Tübinger Versuchen sowohl als bei den meinigen sind falsche Fälle auch bei den Vexirversuchen vorgekommen, also solche,

---

1) In der That haben Kottenkamp und Ullrich bei ihren Versuchen nur Doppelempfindungen mit richtiger Beurtheilung der Richtung des Eindruckes als „richtigen Fall" auffassen wollen, nicht aber „längliche" oder, wie ich sie oben genannt habe, breite Empfindungen.

2) Auf andern Sinnesgebieten gibt es diese Zwischenstufe zwischen deutlicher Empfindung und fehlender Empfindung nicht; ein Schall z. B. wird entweder gehört oder nicht gehört, eine Berührung empfunden oder nicht empfunden. Obwohl mir keine einschlägigen Versuche bekannt sind, will ich die Möglichkeit zugeben, dass auch auf diesen Gebieten nach der Methode der richtigen und falschen Fälle experimentirt werden könnte. Vexirversuche aber könnten, was ganz charakteristisch ist, hier nur in der Weise gemacht werden, dass die Versuchsperson zuweilen zu einem Urtheil (z. B. ob sie einen Schall höre oder nicht) aufgefordert würde, ohne dass überhaupt ein Sinnesreiz applicirt worden wäre.

Digitized by Google

in welchen bei einer Berührung mit einer Nadel das Urtheil „zwei Spitzen“ abgegeben wurde; und zwar geht aus meinen Tabellen hervor, dass falsche Fälle viel häufiger vorkommen bei den Vexirversuchen, welche zugleich mit kleinen Spitzenabständen gemacht wurden, als bei den zugleich mit grossen Spitzenabständen gemachten Vexirversuchen. Nach dem oben Gesagten ist es leicht verständlich, dass die Versuchspersonen beide in der That nur wenig verschiedene Empfindungen verwechseln (die breitere, welche der Versuch mit einem Nadelpaar von kleinem Abstand macht, und die weniger breite, welche der Vexirversuch macht), sei es ohne äusseren Grund, nur in Folge der Einbildung, sei es weil äussere Ursachen z. B. stärkeres Andrücken der Nadel beim Vexirversuch etc. zu dem Irrthum Veranlassung gaben. — Das Vorkommen von falschen Fällen bei den Vexirversuchen ist ein sicherer Beweis dafür, dass die Versuchspersonen bei den Versuchen mit einem Nadelpaar das Urtheil „zwei Spitzen“ abgeben nicht nur bei der Doppelempfindung, sondern auch bei der Empfindung des Breiteren; denn wäre das Erstere der Fall, so müsste man auch zugestehen, dass der Vexirversuch zuweilen Doppelempfindung hervorrufe, was ganz unmöglich ist.

Das Urtheil „unbestimmt“ kommt in meinen Tabellen sehr selten vor (bei Hedwig in 0,01 %, bei Ida in 0,10 % aller Fälle) und, was zu beachten ist, bei weitem am häufigsten in der ersten Hauptversuchsreihe; Riecker, Paulus und Hartmann dagegen haben ziemlich viel unentschiedene Fälle. Ich hatte meine Kinder dahin instruirt: 1. sie sollen das Urtheil „eins“ oder „zwei“ abgeben, je nachdem sie glauben mit einer Nadelspitze oder mit einem Nadelpaar berührt worden zu sein; das Urtheil „unbestimmt“ aber, wenn sie sich weder für das Eine noch für das Andere entscheiden können; 2. sie sollen jede einzelne Berührung möglichst für sich allein auffassen, ohne sie mit der vorhergehenden zu vergleichen; 3. sie sollen Vexirfehler möglichst vermeiden, also wenn sie ihrer Sache nicht völlig sicher seien, nicht das Urtheil „zwei“, sondern lieber das Urtheil „unbestimmt“ oder „eins“, je nach ihrem Dafürhalten, abgeben. Ich bekam den Eindruck, dass die Kinder, zumal Hedwig, nach einiger Uebung sich an die unmittelbare Aussage ihrer Empfindung, wie an etwas Objectives, halten konnten, und

Digitized by Google

ich schreibe einerseits diesem (durch Uebung und auch rasche Folge der einzelnen Versuche bewirkten) Ausschluss der Einbildungskraft und andererseits der einfachen Art der Fragestellung das seltene Vorkommen des Urtheils „unbestimmt“ in meinen Tabellen zu. Bei den Tübinger Versuchen dagegen mag die geringere Uebung der einzelnen Versuchspersonen, die langsamere Aufeinanderfolge der einzelnen Versuche und der Umstand, dass das Resultat des vorhergehenden Versuches vor Anstellung eines neuen bekannt wurde, vielleicht dazu geführt haben, dass die Versuchspersonen ihr Urtheil erst nach einigem Besinnen und Abwägen abgegeben haben, was wohl das Zustandekommen des Urtheils „unbestimmt“ begünstigen würde. Vielleicht auch wollten sie die Empfindung des Breiten mit dem Urtheil unbestimmt ausdrücken und nur die eigentlichen Doppelempfindungen mit dem Urtheil „zwei Spitzen“. —

Nach Fechner nennt man die eben merkliche Distanz zweier Nadelspitzen auf der Haut die extensive Schwelle, und diesen Schwellenwerth zu ermitteln war das Ziel der bisherigen Tastversuche. Wenn nun die Formeln Müller's dazu nöthigen, als „Schwelle der richtigen Fälle“ denjenigen Spitzenabstand zu betrachten, welcher genau 50% richtige Fälle liefert, und wenn dieser Werth *S* als Maass für die Feinheit des Raumsinns verwendet werden soll, so will ich hier constatiren, dass die Schwelle der richtigen Fälle und die extensive Schwelle Fechner's nicht identisch sind. Man überzeugt sich z. B. leicht durch wenige Versuche, dass diejenigen Spitzenabstände, welche in meinen Tabellen 50—60% richtiger Fälle liefern, nie den Eindruck einer Doppelempfindung, sondern nur den des Breiten machen, dass dagegen Spitzenabstände, welche immer oder fast immer richtige Fälle liefern, ungefähr den Werth der extensiven Schwelle Fechner's repräsentiren. Analoges habe ich bei früheren Versuchen auf dem Gebiete des Geschmacksinnes erfahren, und wenn Vierordt (Grundriss der Physiologie S. 317) den minimalen Spitzenabstand, welcher immer richtige Fälle liefert, als Maass für die Feinheit des Ortssinnes verwandt wissen will, so wird er wohl die Resultate der Tübinger Versuche auch in dieser Weise auffassen. Für physiologische Zwecke scheint es mir daher vollständig genügend die Grösse dieses Spitzenabstandes annähernd richtig zu berechnen; einer Verwendung meiner Versuche zur Lösung feinerer Fragen trete selbstverständlich ich am wenigsten entgegen, hoffe vielmehr durch genaue Mittheilung der Versuchsmethode und

Digitized by Google

der Resultate eine solche nach jeder Richtung hin ermöglicht zu haben. —

Hat man bei Anwendung eines Nadelabstandes D ein Verhältnis $\frac{r}{n}$ durch die Versuche erhalten, so lässt sich leicht finden, welcher andere Nadelabstand D' nöthig wäre, um ein gesuchtes $\frac{r'}{n}$ zu erhalten, wenn man sich der von Vierordt (a. a. O.) angegebenen Tabelle bedienen will.

Diese Tabelle ist, nach einer mir gemachten Mittheilung Vierordt's, auf folgende Weise entstanden: Bei sämmtlichen im physiologischen Institut ausgeführten Arbeiten wurde durch graphisches Verfahren ermittelt, welche Nadelabstände an der geprüften Körperstelle verwendet werden müssten, um gerade 20 %, 30 % bis 100 % richtige Fälle zu erhalten. Statt des bei 100 % jeweils erhaltenen Nadelabstandes wurde nun überall die Zahl 1000 eingesetzt und die übrigen, für 20 %, 30 % etc. gefundenen Nadelabstände entsprechend umgerechnet. Endlich wurden von allen denjenigen (umgerechneten) Nadelabständen, welche einer und derselben Procentzahl richtiger Fälle entsprechen, die arithmetischen Mittel gebildet. Einer ähnlichen Behandlung habe ich meine sämmtlichen Versuchsresultate unterworfen; nur setzte ich, weil 100 % richtige Fälle bei mir selten vorkommen, statt des Nadelabstandes, welcher 95 % richtiger Fälle entspricht, die Zahl 850 ein, als den entsprechenden Werth in der Tabelle Vierordt's. Beide Tabellen sind nun, wie man sieht, fast identisch:

Procentzahl richtiger Fälle	55	65	75	85	95	
Verhältniszahlen der Nadelabstände	468	524	594	685	850	Vierordt
	471,5	527,0	595,9	684,7	850	Camerer

Die Benutzung der Tabelle fusst natürlich auf der, nicht ganz zutreffenden, Voraussetzung, dass sich das Verhältnis $\frac{r}{n}$ mit zunehmendem D an allen Körperstellen in derselben Weise ändere, wie in der Tabelle angegeben.

Mit Benutzung der Tabelle Vierordt's berechne ich aus meinen Versuchen für die kleinsten Spitzenabstände, welche eben 100 % richtige Fälle liefern, die folgenden Werthe:

Digitized by Google

Tabelle IX.

Körperstellen	Ida 6jährig	Hedwig 8jährig	Ida 10jährig	Hedwig 12jährig	Erwachsener nach Vierordt	Bemerkungen
Fingerspitze	3,32	2,83	2,30	2,05	2,47	Die Spitzenabstände sind für die 3 ersten Körperstellen aus sämmtlichen 3 Hauptversuchsreihen, für die 5 letzten Körperstellen aus 2., 3. u. 4. Hauptversuchsreihe berechnet.
I. Phalanx	7,83	8,07	6,52	5,80	7,0	
Vola manus	9,67	9,19	9,72	7,62	11,7	
Handgelenk	19,09	22,81	16,34	14,48	21,4	
Vorderarm	33,05	29,59	26,82	22,79	29,65	
Ellbogen	32,55	30,32	26,50	24,16	41,2	
Oberarm	32,99	28,54	24,08	21,94	48,5	
Akromion	41,93	33,05	31,98	29,32	60,1	
Fingerspitze	3,00[1]	2,93[1]	2,47	2,17	—	Für alle Körperstellen aus erster Hauptversuchsreihe berechnet.
I. Phalanx	7,80	7,70	7,16	6,56	—	
Vola manus	10,11	8,52	10,12	7,86	—	
Handgelenk	28,56	28,52	23,15	18,53	—	
Vorderarm	35,97	35,95	30,38	25,20	—	
Ellbogen	46,30	39,60	30,47	27,58	—	
Oberarm	39,60	37,46	30,53	23,28	—	
Akromion	41,94	43,62	37,30	29,48	—	

Tab. X stellt den Einfluss der Uebung dar. Sie ist folgendermassen entstanden: Ich setze für sämmtliche Zahlen der Tab. IX erste Hälfte die Zahl 100 ein und rechne die Zahlen der zweiten Hälfte der Tab. IX verhältnismässig um, z. B. für Ida 6jährig I. Phalanx nach der Proportion: $7{,}83 : 100 = 7{,}80 : x$.

Tabelle X.

Körperstellen	Ida 6jährig	Hedwig 8jährig	Ida 10jährig	Hedwig 12jährig
Fingerspitze	—	—	107	106
I. Phalanx	100	95	110	113
Vola manus	104	93	103	103
Handgelenk	150	125	142	128
Vorderarm	109	121	113	111
Ellbogen	142	131	115	114
Oberarm	120	131	127	106
Akromion	100	132	117	100
arithmetisches Mittel .	117,9	118,3	116,7	110,1

1) Im Jahre 1875 wurde an der Fingerspitze zuerst eine Hauptversuchsreihe mit Stecknadelköpfen und den Abständen 2 mm, 3 mm, 4 mm gemacht. Dieselbe kann nicht benutzt werden und ist in Tab. I nicht mitgetheilt, weil nach wenigen Versuchstagen fast nur noch richtige Urtheile abgegeben wurden. Diejenige Hauptversuchsreihe der Fingerspitze, welche in Tab. I als erste mitgetheilt

Digitized by Google

Tab. XI stellt die Leistungen in verschiedenem Lebensalter dar. Sie ist aus Tab. IX erste Hälfte berechnet, indem in Rubrik „Hedwig 12jährig" überall die Zahl 100 eingesetzt und die übrigen Zahlen entsprechend umgerechnet wurden.

Tabelle XI.

Körperstellen	Ida 6jährig	Hedwig 8jährig	Ida 10jährig	Hedwig 12jährig
Fingerspitze	162	138	112	100
I. Phalanx	135	139	112	100
Vola manus	127	121	127	100
Handgelenk	132	157	113	100
Vorderarm	145	130	118	100
Ellbogen	135	125	110	100
Oberarm	150	130	110	100
Akromion	143	113	109	100
arithmetisches Mittel .	141	132	114	100

Bei entsprechender Gruppirung lässt sich aus meinen Versuchen entnehmen, ob die rechte oder linke Extremität mehr leistet. Ich verzichte jedoch auf Mittheilung einer hierauf bezüglichen Tabelle, denn die Leistungen beider Extremitäten sind überall wenig verschieden und zudem wechselt die Bevorzugung der einzelnen Localitäten in unregelmässiger Weise zwischen rechts und links. Sollte sich übrigens Jemand besonders für die Frage interessiren, so bin ich gern bereit, demselben eine hierauf bezügliche Tabelle mitzutheilen. — Ich berichte noch über einen Versuch, direct zu ermitteln, ob und welchen Einfluss das Einschalten der Vexirversuche auf das Urtheil bei Berührung mit einem Nadelpaar hat. Im Jahre 1876 nämlich und 1880, bei Prüfung von Vorderarm, Ellbogen, Oberarm und Akromion, wurden in der 3. Hauptversuchsreihe zweite Hälfte und in der 4. Hauptversuchsreihe an 3 von den 6 Tagen einer Versuchsreihe keine Vexirversuche eingeschaltet, sondern ich machte einfach 8 Versuche hinter einander mit einem Nadelpaar und ging sodann zum nächsten Nadelpaar über[1]). Den Kindern wurde

und, wie erwähnt, mit Straminnadelspitzen ausgeführt wurde, kann den übrigen ersten Hauptversuchsreihen nicht gleichgestellt werden, weil ihr eine Einübung der Körperstelle durch die verunglückte Versuchsreihe voranging.

1) In den Tab. V—VIII sind demnach, will man die ganz unveränderten Versuchsresultate haben, die kleinen Zahlen in den Rubriken *Vx* 4. Hauptversuchsreihe und 3. Hauptversuchsreihe zweite Hälfte zu halbiren.

Digitized by Google

beim Beginn jeder Versuchsreihe mitgetheilt, dass in den nächsten 6 Versuchstagen bald Vexirversuche gemacht werden, bald keine, um zu verhindern, dass sie an den Tagen ohne Vexirversuche den kleinen Nadelabständen gegenüber befangen seien. Versuche ohne Einschaltung von Vexirversuchen zu machen ist übrigens erst dann rathsam, wenn die Versuchspersonen so gut eingeübt sind, dass sie den Eindruck jeder Berührung sofort, ohne längeres Besinnen und Abwägen und daher auch ohne Mitwirkung der Einbildungskraft, aufzufassen vermögen. — An jeder der oben erwähnten Localitäten und mit jedem Nadelabstand wurden also an 9 Versuchstagen 150 Versuche gemacht (75 rechts und 75 links) mit eingeschalteten Vexirversuchen und ebenso viele an 9 Versuchstagen ohne eingeschaltete Vexirversuche. In folgender Tabelle ist die Zahl der richtigen Fälle mitgetheilt; dieselben sind jedoch nicht auf 150 Versuche zu beziehen, sondern sind in Procentwerthe umgerechnet.

Tabelle XII.

	Nadelabstände	mit Vexirversuchen						ohne Vexirversuche					
		11	14	17	20	23	26	11	14	17	20	23	26
Hedwig													
1876	Vorderarm .	41	57	80	91	96	99	37	61	75	91	96	95
	Ellbogen .	45	59	75	81	90	93	41	55	72	88	91	92
	Oberarm .	51	59	87	93	97	99	37	52	65	89	90	93
	Akromion [1])	67	67	82	93	97	98	53	63	66	74	85	94
1880	Vorderarm .	58	83	95	99	100	—	62	76	93	98	100	—
	Ellbogen .	54	77	94	97	99	—	53	74	94	97	99	—
	Oberarm .	63	91	97	98	99	—	61	83	94	98	99	—
	Akromion [1])	61	79	89	94	93	99	59	74	83	93	99	98
Ida													
1876	Vorderarm .	13	25	56	83	89	99	3	15	40	73	83	91
	Ellbogen .	15	25	67	86	91	98	5	33	54	75	82	87
	Oberarm .	12	33	61	85	94	99	7	33	53	63	85	92
	Akromion [1])	11	23	47	60	76	95	8	25	46	55	75	95
1880	Vorderarm .	52	72	87	93	99	—	58	67	79	87	98	—
	Ellbogen .	41	67	81	91	99	100	55	62	74	88	99	99
	Oberarm .	70	79	92	99	100	—	65	70	83	95	100	—
	Akromion [1])	55	70	81	89	97	100	56	61	71	87	92	98

1) Bei Akromion sind die Nadelabstände 14, 17 ... 30 zu setzen.

Digitized by Google

Ueber die Luftbewegung in den Münchener Sielen.

Von

Dr. Aladár v. Rózsahegyi

aus Budapest.

(Aus dem hygienischen Institute zu München.)

Man begegnet öfter der Behauptung, dass die Kanal- oder Sielgase nach aufwärts strömen, d. h. dass sie dem Zuge des Wassers in den Kanälen entgegengesetzt nach aufwärts gehen und sich dadurch von tiefer gelegenen Stadttheilen nach höher gelegenen und von den Sielen aus in die Häuser verbreiten und dadurch auch zur Verbreitung von Infectionskrankheiten beitragen können, deren Keim im Inhalte der Siele, namentlich in den darin abgeschwemmten Fäcalien gesucht wird. Mit grosser Bestimmtheit ist diese Behauptung z. B. für die Erklärung der Typhusepidemie aufgestellt worden, von welcher der höher gelegene Theil der Stadt Croydon in England im Jahre 1875 heimgesucht wurde, während der tiefer liegende Theil nur wenig zu leiden hatte [1]), und hat sich daraus eine in England sehr verbreitete Meinung (sewer-gases-theory) entwickelt. Zieht man die letzten Consequenzen dieser Theorie, so muss man die grösste Besorgniss haben, dass mit der Kanalisirung einer Stadt ganz neue und weitgehende Gefahren für die Gesundheit geschaffen werden. Es dürfte daher vom hygienischen Standpunkte aus angezeigt sein, den Luftzug in den Sielen und Sielnetzen in ausgedehntem Maasse experimentell zu verfolgen, um zu ersehen, ob dieses Aufwärtsströmen der Kanalgase thatsächlich begründet sei, oder ob dieselben nicht ebenso oft abwärts wie aufwärts gehen.

Prof. v. Pettenkofer hat mich veranlasst, einige Strecken des Münchener Sielnetzes in dieser Richtung während des Sommers 1880 in Untersuchung zu nehmen.

---

1) Reports of the Medical Officer of the Privy Council and Local Governement Board, new Series N° VII; Annual Report to the Local Governement Board with regard to the Year 1875 p. 44.

Digitized by Google

Es war von vorn herein zu erwarten, dass auf den Zug der Luft in den unterirdischen Kanälen, welche theils durch Einläufe auf den Strassen und aus den Häusern, theils durch die offene Mündung der Hauptsiele in Wasserläufe (Bäche oder Flüsse) mit der freien Luft communiciren, die Windrichtung und die Temperatur im Freien gegenüber der Temperatur in den Kanälen und noch manches Andere von grossem Einflusse sein werde, und ich musste mir vom Anfange sagen, dass ich die ganze Aufgabe unmöglich während meines Aufenthaltes in München lösen könnte; aber das durfte mich nicht abhalten, dem an mich gerichteten Wunsche zu entsprechen und mit derartigen Beobachtungen zu beginnen.

Als Untersuchungsobjecte wählte ich mir das seit dem Jahre 1858 von Baurath Zenetti allmählich ausgeführte Sielnetz in der Max- und Ludwigsvorstadt und den aus neuester Zeit stammenden, nach den Plänen des Ingenieurs Gordon ausgeführten Schlachthauskanal. Die älteren Kanäle der inneren Stadt mussten theils wegen schwieriger Begehbarkeit, theils wegen ihrer Regellosigkeit, mangelhaften Spülung und Beeinflussung durch offene Wasserläufe ausser Betracht gelassen werden.

Aus dem Max-Ludwig-Sielnetze zog ich die längste Strecke zunächst in Betracht, welche am Sendlingerthorplatze beginnend durch die Findlingstrasse geht, beim anatomischen Institute in die Schillerstrasse einlenkt, durch diese über den Bahnhofsplatz, dann durch die Louisen-, Karls-, Arcis-, Briennerstrasse, über den Karolinenplatz, durch die Barer-, Gabelsberger-, Türken-, Theresien-, Amalien-, Schelling-, Ludwigsstrasse, über den Universitätsplatz, endlich durch die Veterinär- und Königinstrasse im Zickzack verlaufend unterhalb der Veterinärschule in den Schwabingerbach mündet. Die Länge dieser Strecke beträgt annähernd 4,4 km, sie hat ein Gesammtgefälle von 3,69 m, also ein relatives von nicht ganz 1 (0,83) pro Mille, und folgende Querprofile:

	Höhe	Querschnitt
Nebensiel vom Sendlingerthorplatze bis zum Bahnhofe	1,58 m	0,933 qm
Hauptsiel vom Bahnhofsplatze bis zur Amalienstrasse .	1,90	1,297
Stammsiel von der Amalienstrasse bis zum Schwabingerbach	2,22	1,770

Digitized by Google

Vom Schlachthauskanale benutzte ich den noch ziemlich leicht begehbaren Abschnitt in der Lindwurmstrasse zwischen der inneren Ecke des klinischen Institutes und dem Schieberschachte am Sendlingerthorplatze. Diese Strecke ist 352,37^{m} lang und hat einen Querschnitt von 1,158^{qm}.

Den Zug der in diesen Sielstrecken enthaltenen Luft konnte ich auf zweierlei Art verfolgen. Ich konnte in das Siel selbst hinabsteigen und da die Richtung und Stärke der Luftströmungen direct bestimmen; oder ich konnte die Sielluft an gewissen Punkten mit ihr fremden Bestandtheilen versetzen und beobachten, wie weit sich dieselben aufwärts und abwärts nachweisen liessen.

Ich habe beide Methoden angewandt, und schreite nun an die Beschreibung der Versuchsanordnung und der erzielten Resultate.

Erste Versuchsreihe.

Von der 4400^{m} betragenden Strecke des Max-Ludwig-Sielnetzes schien mir hinzureichen, wenn ich die an beiden Enden und einen in der Mitte gelegenen Abschnitte einer näheren Untersuchung unterwarf.

Zur Bestimmung der Strömungsrichtung schien der Rauch am geeignetsten. Anfangs fürchtete ich einen störenden Einfluss auf die als sehr gering vermuthete Strömung selbst von einer so unbedeutenden Wärmequelle, wie die Gluth einer Lunte oder Cigarre ist, und zog den Salmiakrauch vor. Salzsäure und Ammoniak führte ich in zwei Fläschchen mit, deren Tropfstöpsel an der Spitze mit Watteknäulen versehen wurden. Ein Zusammenbringen der beiden vollgesogenen Stöpsel erzielte, besonders wenn das Ammoniak unter die Säure gehalten wurde, einen intensiven, blendend weissen Rauch, der sich vom dunkelrothen Hintergrunde der Sielwand sehr scharf abhob. Ich gab jedoch dieses Verfahren bald auf, weil die Handhabung in dem engen Sielraume sehr ermüdend war, hauptsächlich aber, weil ich mich überzeugt hatte, dass bei der bedeutenden Geschwindigkeit der Luftströmungen im Siele der befürchtete Einfluss einer geringen Wärmequelle nicht in Betracht kommen könne. So verwendete ich in der Folge nach Pettenkofer's Verfahren eine mit Benzoëtinctur getränkte und dann getrocknete Cigarrenlunte, zuweilen auch einfach eine Cigarette.

Digitized by Google

Die Geschwindigkeit der Luftströmung bestimmte ich mit einem statischen Anemometer von Recknagel, welches eigens hierzu geaicht war und schon bei 0,05 m Geschwindigkeit pro Secunde einen gut wahrnehmbaren Ausschlag gab. Bei geringeren, aber durch den Rauch noch constatirbaren Strömungen musste ich mich mit der Angabe der Richtung begnügen. Die obere Grenze des Apparates (1,30 m pro Sec.) wurde in einem einzigen Falle überschritten [1]).

Aufklärungen über die Längenmaasse der einzelnen Sielstrecken, die Querschnitte der begangenen Strassensiele und ihrer Zuflüsse, sowie überhaupt sämmtliche technischen Daten verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Ingenieurs Niedermayer vom städtischen Kanalbureau. Ausser der Strömungsrichtung und der Geschwindigkeit bestimmte ich noch jedesmal die Temperatur der Luft im Siele; die Aussentemperatur und die Windrichtung entnahm ich den meteorologischen Aufzeichnungen.

Begleitet von einem Gehilfen des Kanalbaubureaus stieg ich an heiteren oder wenigstens regenlosen Tagen in geeigneter Kleidung an dem ausgewählten Punkte in das Siel und machte die Bestimmungen an allen Communicationen, dann im begangenen Siele selbst wiederholt. Gewöhnlich konnte der Gang 2 1/2 — 3 Stunden fortgesetzt werden, je nachdem die Höhe und Weite des Sieles und das viele Bücken frühere oder spätere Ermüdung verursachten.

Erste Begehung. Oberes Ende des Max-Ludwig-Sielnetzes.

Am 11. Juni 1880 stieg ich durch den Seiteneingang vor dem Waisenhause in der Findlingstrasse in das Siel, schritt in dieser Strasse bis zum anatomischen Institute nach abwärts und drang dann noch in der Schillerstrasse bis zum Haus Nr. 7 vor.

Auf dieser etwas über 800 m betragenden Strecke münden in das begangene Siel dritter Ordnung 22 Strasseneinläufe; davon war der Luftzug an 14 nach aussen, an 6 nach innen gerichtet; an 2 Oeffnungen herrschte Windstille.

Die Zahl der in das begangene Strassensiel mündenden Haussiele betrug 34; davon zeigten 14 eine Luftströmung gegen das Haus, 9 vom Hause herein und 11 Windstille.

---

1) Vgl. S. 30 Anm. 2.

Digitized by Google

Zwei Aufzugschächte hatten aufsteigenden Luftzug, also ein Ausströmen auf die Strasse.

Summire ich nun diese Befunde über die Strömungsrichtung, so ergibt sich vorerst, dass von den 34 Communicationen des Strassensieles mit Häusern 14 ein Ausströmen von Kanalluft nach den Häusern hin, 9 einen entgegengesetzten und 11 gar keinen Luftzug aufwiesen. Andererseits ergab die Prüfung von 24 Communicationen zwischen Siel- und Strassenluft, dass die erstere an 16 Punkten in die Strasse ausströmte, an 6 von der Strasse her genährt wurde und dass an 2 Punkten kein Austausch zwischen ihnen stattfand.

Als allgemeines Resultat ergibt sich für die Strömungsrichtung, dass von den 58 Communicationen an 30 ein Ausströmen von Kanalluft stattfand, an 15 das Siel von auswärts Luft erhielt und an 13 keine Luftbewegung zugegen war.

Die Menge der nach aussen abgegebenen Kanalluft, also die Ventilationsgrösse wurde aus den anemometrischen Bestimmungen berechnet und betrug:

	Meter	Kubikmeter			
	pro Sec.	pro Sec.	pro Min.	pro Stde.	pro 24 Stdn.
Haussiel[1]) *a*	0,26	0,011	0,660	39,600	950,400
„ *b*	0,74	0,031	1,860	111,600	2678,400
Strasseneinlauf[1]) *a* . .	0,37	0,015	0,900	54,000	1296,000
„ *b* . .	0,37	0,015	0,900	54,000	1296,000
„ *c* . .	0,43	0,018	1,080	64,800	1555,200
„ *d* . .	0,98	0,041	2,460	147,600	3542,400

Was nun die Luftzugsrichtung im Strassensiele selbst betrifft, so war sie im oberen Theile der begangenen Strecke in der Findlingstrasse an zwei Punkten nach abwärts dem Gefälle des Sieles folgend zu beobachten, an einem Punkte aber und an ferneren sechs Punkten, welche sich auf die Schillerstrasse vertheilen, dem Kanalgefälle entgegengesetzt. Ausserdem münden in das begangene Siel noch die Siele dreier anderer Strassen, nämlich der Landwehr-, Schwanthaler- und Schommerstrasse. An

1) Querschnitt = 0,0415 qm.

Digitized by Google

der Mündung dieser in das Siel der Schillerstrasse und zwar an der ersten war ein abwärts gerichteter, an den zwei letzteren ein aufsteigender Luftzug. Somit ergaben von insgesammt 12 Bestimmungen 3 eine abwärts, 9 eine aufwärts gerichtete Luftbewegung.

Von den letzteren 9 Punkten mit aufwärts gerichtetem Luftzuge konnte ich diesen an 2 auch mit dem Anemometer bestimmen und fand:

	Meter	Kubikmeter			
	pro Sec.	pro Sec.	pro Min.	pro Stde.	pro 24 Stdn.
vor der Schillerstrasse Nr. 9 [1]	0,48	0,448	26,880	1612,800	38707,200
„ „ „ Nr. 36 [1]	0,56	0,522	31,320	1879,200	45100,800

Die Lufttemperatur im Siele wurde zu Anfang und am Schlusse dieser Begehung zu 13,5° C. gefunden; im Freien war sie inzwischen von 18,0 auf 23,0° C. gestiegen. Dabei herrschte Südostwind, welcher in der Findlingstrasse das Siel entlang strich, in der Schillerstrasse es unter rechtem Winkel kreuzte.

Zweite Begehung. **Unteres Ende des Max-Ludwig-Sielnetzes.**

Am 14. Juni v. J. stieg ich an der Ecke der Veterinärstrasse durch den Seiteneingang beim Priesterseminar in das grosse Stammsiel der beiden Vorstädte und drang über den Universitätsplatz, durch die Ludwigs- und Schellingstrasse aufwärts gehend, bis an den Punkt vor, wo sich letztere mit der Amalienstrasse kreuzt. Die zurückgelegte Strecke beträgt 650 m.

Die Resultate dieser Begehung sind mit denselben Untersuchungsmethoden erlangt und auf dieselbe Art berechnet wie bei der ersten; ich fasse sie daher in Tabellen kurz zusammen.

a) Luftzugsrichtung an den Communicationen:

	hinaus	herein	windstill	Summe
Haussiele	8	4	3	15
Strasseneinläufe	4	5	1	10
Aufzugschacht	1	—	—	1
Seiteneingang	1	—	—	1
(Strassenöffnungen überhaupt) .	(6)	(5)	(1)	(12)
Summe der Communicationen .	14	9	4	27

1) Querschnitt = 0,933 qm.

Digitized by Google

Ich beschränke mich aus dieser Tabelle hervorzuheben, dass von den 15 Haussielen in der Mehrzahl die Kanalluft nach den Häusern strömte und dass von den insgesammt 27 Communicationen des Stammsieles ebenfalls die Mehrzahl die Luft aus diesem nach den Strassen und Häusern ableitete, während im Reste die entgegengesetzte Zugrichtung oder Windstille herrschte.

b) Ventilationsgrösse an den Zuflüssen:

	Meter	Kubikmeter			
	pro Sec.	pro Sec.	pro Min.	pro Stde.	pro 24 Stdn.
Haussiel [1]) *a* (hinaus) . . .	0,40	0,017	0,996	59,760	1434,240
„ *b* „ . . .	0,65	0,027	1,620	97,200	2332,800
„ *c* „ . . .	0,91	0,038	2,268	136,080	3265,920

c) Die Strömungsrichtung im begangenen Stammsiele selbst wurde am Universitätsplatze einmal, in der Ludwigsstrasse dreimal, in der Schellingstrasse einmal, ausserdem an der Mündung des Nebensieles gegenüber der Ludwigskirche bestimmt und in allen Fällen dem Gefälle des Sieles entsprechend gefunden.

d) Die Grösse des Luftwechsels, welcher durch diesen Luftstrom im Strassensiele unterhalten wird, mag aus folgenden Zahlen ersehen werden:

	Meter	Kubikmeter			
	pro Sec.	pro Sec.	pro Min.	pro Stde.	pro 24 Stdn.
Nebensiel [2]) (abwärts) . . .	0,64	0,534	32,040	1922,400	46137,600
Stammsiel [3]) 1. „ . . .	0,30	0,531	31,860	1911,600	45878,400
„ 2. „ . . .	0,55	0,974	58,380	3502,800	84067,200

Am Anfange und am Schlusse dieser Begehung betrug die Lufttemperatur im Siele 12,0° C.; im Freien war sie während dieser Zeit von 13,0 auf 14,6° C. gestiegen. Der Wind kam aus Westen, strich also in der Schellingstrasse und am Universitätsplatze mehr weniger das Siel entlang; in der Ludwigsstrasse kreuzte er es.

---

1) Querschnitt = 0,0415 qm.
2) Querschnitt = 0,834 qm.
3) Querschnitt = 1,770 qm.

Digitized by Google

Dritte Begehung. **Mitte des Max-Ludwig-Sielnetzes.**

Um nun auch die Verhältnisse in einem mittleren Abschnitte des untersuchten Sielstranges zu erforschen, stieg ich am 25. Juni am Kreuzungspunkte der Karls- und Arcisstrasse in das Siel und beging es nach abwärts in der Arcis- und Briennerstrasse, auf dem Karolinenplatze, dann in der Barerstrasse bis zum Haus Nr. 38. Diese Strecke hat eine Länge von 645^{m}. Das Resultat der Bestimmungen machen folgende Tabellen ersichtlich.

a) Die Prüfung der Ventilationsrichtung an den Communicationen ergab:

	hinaus	herein	windstill	Summe
Haussiele	10	5	20	35
Strasseneinläufe	3	12	3	18
Aufzugschacht	1	—	—	1
Seiteneingänge	3	—	—	3
(Strassenöffnungen überhaupt) .	(7)	(12)	(3)	(22)
Summe der Communicationen .	17	17	23	57

Hier fällt vor allem die bedeutende Anzahl der Einmündungen ohne jede Luftbewegung auf. Sie trifft grösstentheils Hausröhren und muss den Wasserverschlüssen zugeschrieben werden. Ferner ist ersichtlich, dass die übrigen Haussiele in der Mehrzahl den Häusern resp. den Hausleitungen Kanalluft zuführten, während an den Strassenöffnungen die Luft im Gegentheile zumeist nach einwärts strömte.

b) Ventilationsgrösse der Zuflüsse:

	Meter	Kubikmeter			
	pro Sec.	pro Sec.	pro Min.	pro Stde.	pro 24 Stdn.
1. Haussiel[1]) (hinaus) . . .	0,43	0,018	1,080	64,800	1555,200
2. „ „ . . .	0,60	0,025	1,494	89,640	2151,360
3. „ „ . . .	1,30[2])	0,054	3,234	194,040	4656,960
1. Strasseneinlauf[1]) (hinaus) .	0,43	0,018	1,080	64,800	1555,200
2. „ „ .	1,05	0,044	2,616	156,960	3767,040
3. „ „ .	1,14	0,047	2,838	170,280	4086,720
4. „ (herein) .	0,65	0,027	1,620	97,200	2332,800
5. „ „ .	1,05	0,044	2,616	156,960	3767,040

1) Querschnitt $= 0{,}0415^{qm}$.

2) In diesem Falle reichte das Instrument nicht aus, um die Luftgeschwindigkeit zu bestimmen; die oben figurirenden $1{,}30^{m}$ pro Secunde zeigen nur die oberste Grenze des Anemometers an (vgl. S. 26).

Digitized by Google

c) Von hoher Bedeutung ist das Ergebniss der Ventilationsbestimmungen im Strassensiele selbst. Die Richtung des Luftzuges prüfte ich im begangenen Hauptsiele an 16 Stellen und fand sie an 15 dem Gefälle des Sieles nach abwärts folgen; nur an einem Punkte in der Barerstrasse fand ich die entgegengesetzte Richtung, welche auch an den Mündungen zweier Nebensiele am Karolinenplatze vorherrschte.

d) Die dadurch bedingte Ventilationsgrösse des Hauptsieles konnte ich diesmal an vielen Punkten bestimmen und berechnete sie wie folgt:

	Meter	Kubikmeter			
	pro Sec.	pro Sec.	pro Min.	pro Stde.	pro 24 Stdn.
1. Hauptsiel[1]) (aufwärts) . .	0,21	0,272	16,330	979,776	23514,624
2. „ (abwärts) . .	0,21	0,272	16,330	979,776	23514,624
3. „ „ . .	0,37	0,480	28,800	1728,000	41472,000
4—6. „ „ . .	0,43	0,557	33,437	2006,220	48149,280
7—8. „ „ . .	0,48	0,622	37,320	2239,200	53740,800
9. „ „ . .	0,53	0,687	41,213	2472,780	59346,720
10. „ „ . .	0,55	0,713	42,780	2566,800	61603,200
11. „ „ . .	0,83	1,076	64,560	3873,600	92966,400

Während meines Verweilens im Siele betrug daselbst die Lufttemperatur 12,5° C. Im Freien war sie inzwischen von 13,5 auf 14,9 gestiegen, und hielt der Wind constant die WSW-Richtung ein, entsprach demnach dem Gefälle und der vorherrschenden Luftströmung im Siele der Arcis- und Barerstrasse, während er sie in der Briennerstrasse kreuzte.

Vierte Begehung. **Schlachthauskanal.**

Obwohl ich dieses Siel zu meinen späteren Versuchen nicht benutzte, bestimmten mich doch verschiedene Gründe es zu begehen. Im Allgemeinen war es für mich von Interesse, die Beschaffenheit dieses Mustersieles aus eigener Anschauung zu kennen; von speciellem Werthe mussten andererseits ähnliche Untersuchungen, wie sie im Max-Ludwig-Sielnetze im Gange waren, hier im Schlachthauskanale sein, wegen der durch eigene Ventilationsschächte, Mangel an Aufzugsschächten, häufigere Wasserverschlüsse gegen die Häuser bedingten eigenthümlichen Ventilationsverhältnisse dieses Schwemmkanales.

1) Querschnitt = 1,297 qm.

Digitized by Google

Am 17. Juni betrat ich das Siel durch den Fremdeneinlass, ging vorerst bis zum Schieberschachte auf dem Sendlingerthorplatze herab und hier — wo die Reduction des Querprofiles und das stärkere Gefälle ein weiteres Abwärtssteigen unthunlich machte — umkehrend, führte ich die gewohnten Bestimmungen im Aufwärtsgehen bis zur Ecke der Spitalstrasse aus, wo ebenfalls die Verminderung des Querprofiles der Arbeit Einhalt gebot. Diese Strecke beträgt 352,37 m und wies folgende Ventilationsverhältnisse auf.

a) An den Communicationen fand sich überhaupt ein sehr geringer Luftwechsel vor, wie das aus der nachstehenden Tabelle erhellt:

	hinaus	herein	windstill	Summe
Haus- und Strasseneinläufe .	1	3	17	21
Ventilationsschächte	4	—	—	4
Schleusenführungen	3	—	—	3
Seiteneingänge	1	1	—	2
Summe der Communicationen	9	4	17	30

Die Menge der ausgetauschten Luft konnte nur an zwei Punkten anemometrisch bestimmt werden und erwies sich als sehr gering:

	Meter	Kubikmeter			
	pro Sec.	pro Sec.	pro Min.	pro Stde.	pro 24 Stdn.
Haussiel [1]) (herein)	0,53	0,022	1,320	79,200	1900,800
Ventilationsschacht [2]) (hinaus)	0,21	0,015	0,890	53,376	1281,024

b) Im Schlachthauskanale selbst wurde die Ventilationsrichtung an 15 Punkten bestimmt und davon an 12 ein abwärts, an 3 ein aufwärts gerichteter Luftzug gefunden. Es überwog also die dem Kanalgefälle entsprechende Luftströmung. Die Geschwindigkeit und Menge der ziehenden Luft betrug dabei an verschiedenen Punkten der begangenen Strecke:

	Meter	Kubikmeter			
	pro Sec.	pro Sec.	pro Min.	pro Stde.	pro 24 Stdn.
Unteres Ende [3]) (aufwärts) .	0,21	0,243	14,591	875,460	21011,040
Mitte [3]) (abwärts) .	0,21	0,243	14,591	875,460	21011,040
Mitte [3]) „ .	0,48	0,556	33,348	2000,880	48021,120
Oberes Ende [4]) „ .	0,43	0,325	19,500	1170,000	28080,000

1) Querschnitt = 0,0415 qm.
2) Querschnitt = 0,0706 qm.
3) Querschnitt = 1,158 qm.
4) Querschnitt = 0,756 qm.

Digitized by Google

Im Siele herrschte beim Eintritt eine Lufttemperatur von 11,5° C., vor Verlassen des Sieles 11,25° C.; im Freien war sie während derselben Zeit von 17,9 auf 19,5° C. gestiegen. Der Wind blies aus Osten, somit schief über das Siel hinweg, jedoch mehr dessen Verlaufe entgegen. —

Um nun die Resultate dieser vier Begehungen zur Beantwortung der eingangs gestellten Fragen benutzen zu können, habe ich sie auf folgender Tabelle summirt.

Tabelle I.

Begangener Sielabschnitt	Verhältniss des Verlaufes des Sielsystems zur herrschenden Windrichtung	Ueberschuss der Lufttemperatur im Freien über die Kanalluft in ° C.	Communicationen						Strassensiele					
			Haussiele			Strassenöffnungen (Einläufe, Eingänge, Aufzugs-, Ventilations- und Schleusenschächte)			Nebensiele			Begangenes Siel		
			hinaus	herein		hinaus	herein		aufwärts	abwärts		aufwärts	abwärts	
			Bestimmungen	Bestimmungen	windstill	Bestimmungen	Bestimmungen	windstill	Bestimmungen	Bestimmungen	windstill	Bestimmungen	Bestimmungen	windstill
Max-Ludwig-Sielnetz oberes Ende	SW / SE	4,5—9,5	14	9	11	16	6	2	2	1	—	7	2	—
Dasselbe unteres Ende	SW / W	1,0—2,6	8	4	3	6	5	1	—	1	—	—	5	—
Dasselbe Mitte	SW / WSW	1,0—2,4	10	5	20	7	12	3	2	—	—	1	15	—
Schlachthauskanal [1])	SW / E	6,4—8,0	1	3	17	8	1	0	—	—	—	3	12	—
Summe der Bestimmungen	—	—	33	21	51	37	24	6	4	2	—	11	34	—

1) Beim Schlachthauskanal sind in der Rubrik „Haussiele" auch die Strasseneinläufe inbegriffen; die Rubrik „Strassenöffnungen" enthält daher die Communicationen zwischen Strassen- und Sielluft mit Ausschluss der Strasseneinläufe.

Digitized by Google

Die Hauptergebnisse lassen sich in Kürze wie folgt zusammenstellen:

	hinaus	herein	windstill
	Bestimmungen		
Haussiele	33	21	51
Strassenöffnungen	37	24	6
Summe der Communicationen .	70	45	57
Nebensiele	4	2	—
Begangene Siele	11	34	—
Summe der Strassensiele . . .	15	36	—

Es ist daraus ersichtlich, dass durch die Communicationen in der Mehrzahl der Fälle die Sielluft auf die Strasse und nach den Häusern ausströmt. Im Strassensiele selbst aber folgt der Luftzug überwiegend dem Gefälle nach abwärts.

Dieses entgegengesetzte Verhalten erheischt auch eine getrennte Betrachtung der Communicationen von den Strassensielen.

Hinsichtlich der Communicationen habe ich vor allem zu bemerken, dass hier das fliessende Wasser keinen so entscheidenden Einfluss auf die Ventilation zu üben scheint, wie er sich weiter unten für die Strassensiele ergeben wird. Sehr häufig fand ich starken Ausfluss an Haussielen mit gleichzeitiger Ventilation nach aussen. Andererseits kann nicht geleugnet werden, dass starke Wasserzuflüsse, aus den Haushaltungen oder vom Regen herrührend, nicht nur die im Abflussrohre enthaltene Luft vor sich hertreiben, sondern an den Einläufen in den Höfen, Strassen und Dachrinnen auch noch Luft mitreissen können, welche dann der Sielluft beigemengt wird. Die Temperatur der Sielluft war constant eine niedrigere als die Lufttemperatur im Freien; dieses Moment für sich hätte also ein ruhiges Verhalten der Sielluft oder gar Einwärtsströmen der freien Luft zur Folge gehabt, und mussten die übrigen Factoren, welche eben ein vorwiegendes Ausströmen der Sielluft zu Stande brachten, die Wirkung der Temperaturdifferenz besiegen. Doch ist noch zuzugestehen, dass die in den oberflächlicher gelegenen Haussielen oder gar in den Dachrinnen befindliche Luft einen höheren Wärmegrad erreichen und deshalb

Digitized by Google

durch die kühlere Sielluft verdrängt werden konnte, und dass dieser Vorgang sich an den Einmündungen in das Strassensiel als Ausströmen von Sielluft bemerkbar machte. Die herrschende Windrichtung erwies sich ohne Einfluss, da bei verschiedenen Winden das Ausströmen vorherrschte. Der Wind konnte nämlich verschiedene Wirkungen erzielen. Streicht er flach über die Sielöffnungen in den Strassen und Höfen hin, so wird er auf jene wohl aspirirend wirken. Doch können Luftwirbel, welche an Strassenecken oder in Höfen entstehen, oder in enge Höfe eindringende Windstösse auch einen Druck auf die Sielmündungen ausüben. Ferner habe ich wiederholt beobachtet, dass einander nahe gelegene Einmündungen entgegengesetzten Luftzug haben; es ist auch ganz leicht verständlich, dass sich die Communicationen im Luftwechsel gegenseitig compensiren: die durch die eine entnommene Sielluft wird durch die andere ersetzt, oder eine der hier einströmenden Luft entsprechende Menge wird dort hinausgedrängt. Auf diese Weise können Häuser oder Höfe durch ihre Kanäle die Luft unterirdisch gegenseitig auswechseln. Ich habe davon ein sehr eclatantes Beispiel in der Barerstrasse beobachtet. Die neben einander mündenden Siele der Häuser Nr. 15 und 17 hatten starken Zug einwärts; unmittelbar gegenüber mündet das Siel des Hauses Nr. 22, welches aber sehr stark nach auswärts zog und so seinem Hause oder Hofe jene Luft zuführte, welche von den Vis-à-vis herstammte. Nun sind das aber Pferdeställe, und aller Gestank der Stalljauche gelangt auf diesem unterirdischen Wege in das durch die zwischenliegende Strasse scheinbar isolirte Haus hinüber. Endlich wird noch der weiter unten eingehend erörterte vorwiegend nach abwärts gerichtete Luftzug im Strassensiele eine aspirirende Wirkung auf die Einmündungen ausüben, durch welche eben der Luftverlust örtlich ausgeglichen werden muss; auch dieses Moment arbeitet also dem Ausströmen der Sielluft entgegen.

Man ersieht aus diesen Betrachtungen, dass keiner der angeführten Factoren für sich zur Erklärung des vorwiegenden Ausströmens der Sielluft nach den Strassen und Häusern hinreicht, obwohl ihnen der Einfluss auf die Ventilation der Strassensiele nicht abgesprochen werden kann. Die hier obwaltenden Verhältnisse

Digitized by Google

scheinen eben wegen der vielen möglichen Factoren so complicirt zu sein, dass zu ihrer weiteren Analyse das vorliegende Beobachtungsmaterial nicht ausreicht.

Die Resultate der anemometrischen Bestimmungen, und zwar mehr die directen als die durchschnittlichen, zeigen auch, wie rege der Wechsel zwischen der Siel- und der freien Luft ist, welche enorm grosse Lufterneuerung in solchen Sielen vor sich geht, die nach dem älteren Systeme mit der Strasse und den Häusern oder Höfen frei communiciren. Diese Bestimmungen liefern eine exacte Erklärung für die schon früher erwiesene Thatsache, dass in solchen Sielen der Gehalt der Luft an gasförmigen Fäulnissproducten ein sehr geringer ist [1]). Der nach dem neuen System erbaute Schlachthauskanal ist in dieser Beziehung viel ungünstiger gestellt. Die angeschlossenen Häuser und die Strasseneinläufe haben beinahe durchgehends Wasserverschlüsse; die sog. Ventilationsschächte aber leisten so zu sagen gar nichts. Es mag das wohl daher rühren, dass ihre inmitten der Strasse gelegenen Mündungen grösstentheils durch Staub und Schlamm verstopft sind. —

Wenden wir uns nun den Luftzugsverhältnissen im Strassensiele selbst zu. Der Wind zeigte keinen Einfluss auf die Richtung dieses Luftzuges; man sieht ihn bei verschiedenen Windrichtungen nach abwärts gehen, und in dem einen Falle, wo ein überwiegendes Aufwärtsströmen beobachtet wurde, entsprach die Windrichtung eben dem Verlaufe der Kanalstrecke, sie hätte also das Abwärtsströmen eher befördern als umkehren müssen.

Noch könnten die Ventilationsverhältnisse an den Einmündungen in Betracht kommen; da jedoch hier das Ausströmen der Kanalluft in allen Abschnitten der Sielstrecke überwiegt, in den oberen nicht minder als in den unteren, so ist auch eine ähnliche Erklärung, als ob vielleicht eine grössere Luftabgabe nach aussen der abwärts gelegenen Kanalpartien einen Ersatz aus den höheren erheischen würde, unzulässig. — Der abwärts gerichtete Luftzug zeigt übrigens ein so bedeutendes Ueberwiegen, dass seine Ursache in einem auf der Construction und Function der Schwemm-

1) Vgl. Beetz, Ueber die Luft in Kanälen. München, Finsterlin. 1877.

Digitized by Google

siele fussenden constanten Ventilationsfactor gesucht werden muss. Solcher Factoren gibt es aber zweierlei: die Temperaturdifferenz und mechanische Einwirkungen. Sehen wir nun, welche von diesen in den Sielen angetroffen werden können.

Auf den Einfluss von Temperaturdifferenzen kann aus dieser Versuchsreihe nicht mit Bestimmtheit geschlossen werden. Die Beobachtung, dass an den Endpunkten der jeweilig begangenen Abschnitte zu Anfang und zu Ende der Begehung, also nach Verlauf von 2 1/2—3 Stunden, dieselbe Temperatur in der Sielluft herrschte, während zur selben Zeit die Lufttemperatur im Freien mehr oder weniger, aber bei jeder Gelegenheit zugenommen hatte, beweist wohl, dass die Siele unterhalb der Grenze liegen, bis wohin die stündlichen Schwankungen der atmosphärischen Temperatur auch auf die Bodentemperatur einwirken; doch mangeln hier gleichzeitige Beobachtungen der Kanallufttemperatur in verschiedenen Abschnitten der Sielstrecke. Ich fand nämlich als Lufttemperatur:

	im Siele		im Freien
am 11. Juni	oberer Abschnitt	13,5° C.	18,0—23,0° C.
„ 25. „	mittlerer „	12,5	13,0—14,6
„ 14. „	unterer „	12,0	13,5—14,9

Der untere Abschnitt der Sielstrecke liegt tiefer unter dem Bodenniveau als der obere; man könnte daher in seiner niederern Temperatur den natürlichen Ausdruck der im Sommer minderen Bodentemperatur in grösseren Tiefen erblicken und dann folgern, dass das Moment, welches ein vorwiegendes Abwärtsströmen der Sielluft erzeugt, ein sehr mächtiges sein müsse, sonst könnte es nicht dem Widerstande der eben die entgegengesetzte Luftströmung begünstigenden Temperaturdifferenz siegreich entgegenwirken. Doch sind eben meine Temperaturbestimmungen keine gleichzeitigen, und war überdies zwischen den einzelnen Begehungen der Unterschied in der Temperatur der freien Luft, die doch mit der Sielluft ununterbrochen wechselt, ein so bedeutender, dass aus obigen Zahlen kein Schluss gezogen werden darf.

Ich beschränke mich daher auf die Folgerung, dass der Wind, die Ventilation an den Einmündungen und die Temperaturdifferenzen

Digitized by Google

keine Erklärung für das vorwiegende Abwärtsströmen der Sielluft liefern, es also auch nicht bedingen können.

So verbleibt von allen Möglichkeiten nur noch ein mechanischer Factor übrig, welcher in der Richtung des überwiegenden Luftzuges constant thätig ist, und dieser ist das in den Sielen fliessende Wasser. Die Beobachtung, dass Nebel in der Ausdehnung, als sie auf fliessendem Wasser auflagern, eine der Strömung folgende Bewegung zeigen, beweist, wie fest die Adhäsion der Luft an das unter ihr liegende Wasser ist. Diese Adhäsion muss auch zwischen Sielwasser und Sielluft bestehen, und in Folge dieser Adhäsion sollte auch das fliessende Sielwasser die über ihm lagernde Sielluft dem Kanalgefälle entsprechend mit sich nach abwärts führen.

Mehrere Umstände warnen mich, das besagte Verhalten der Sielluft schon nach obigen Beobachtungen definitiv dem fliessenden Sielwasser zuzuschreiben. Einerseits befriedigte es mich nicht, bloss ein vorwiegendes Abwärtsströmen der Kanalluft constatirt zu haben, welches übrigens erst aus der Mehrzahl solcher Bestimmungen gefolgert wurde, deren jede einzelne eben nur für den Punkt der jeweiligen Bestimmung Geltung hat. Dann befürchtete ich von der Anwesenheit zweier Menschen in dem engen Kanalraume wegen ihrer Wärmeproduction und ihren Bewegungen einen störenden Einfluss auf den Luftzug, welcher eben in unserer unmittelbaren Nähe bestimmt wurde. Nur eine Ausführung von Versuchen ohne diesen störenden Einfluss und mit Rücksicht auf gewisse Luftstrecken konnte ein endgültiges Urtheil ermöglichen.

Um also die Beobachtungen aus grösserer Entfernung, ja sogar ohne die Anwesenheit eines Menschen im Siele anstellen zu können, hatte ich bloss an einer Stelle die Sielluft mit einem ihr qualitativ oder quantitativ fremden und leicht nachweisbaren Körper zu versetzen und dessen Nachweis an ober- und unterhalb gelegenen Punkten zu versuchen.

Zu diesem Zwecke wären äquilibrirte Ballons ein sehr einfaches Mittel gewesen, wenn man sie an einer Stelle im Siele freigelassen und dann beobachtet hätte, binnen wie viel Zeit sie an ober- oder unterhalb gelegenen Punkten anlangen. Doch hatte ich kein rechtes Vertrauen, dass sie sich bewähren würden. Streiften sie irgendwo

Digitized by Google

die feuchte Kanalwand, so musste sie die geringste anklebende Masse zum Niederfallen bringen. Andererseits war zu befürchten, dass sie noch vor den seitlichen Beobachtungspunkten in einem Aufzugschacht, wo immer ein aufsteigender Luftstrom vorhanden ist, eben aufsteigen und so der weiteren Beobachtung entgehen. Ich wandte mich also an gasartige Körper.

Unter diesen erschien der Schwefelwasserstoff gleich auf den ersten Blick als der geeignetste. Ausserdem dass bereits Beetz sein Mangeln in der Luft des Max-Ludwig-Sielnetzes nachwies [1]), hatte auch ich während der Begehungen mit Bleipapieren keine Reaction erhalten, ja nicht einmal einen Schwefelwasserstoffgeruch verspürt, und eben die Feinheit des Geruchssinnes, also des einfachsten Reagens, war der andere Grund, aus welchem ich dem Schwefelwasserstoff den Vorzug gab vor anderen, bloss chemisch nachweisbaren Beimengungen zur Kanalluft (z. B. Kohlenoxyd).

Es handelte sich vorerst darum, die praktische Ausführbarkeit des Nachweises von Schwefelwasserstoff auf gewisse Entfernungen in den Kanälen zu erproben. Zu diesem Zwecke stellte ich im Haussiele des hygienischen Institutes folgende Versuche an.

Zweite Versuchsreihe.

Die Entwässerungsanlage des hygienischen Institutes besteht in einem Hauptstrange, welcher in der Tiefe von 1,6 — $2,1^m$ im Hofe den durch das Institutsgebäude gebildeten Winkel überspannt, also von SW gegen NE verläuft, ein Gefälle von 1,125 besitzt und in das Siel der Heustrasse mündet. In diesen Hauptstrang ergiessen sich die Ableitungen der Laboratorien, die Hofsinkkästen und die Regenrohre.

Die Einleitung von Schwefelwasserstoff nahm ich bei dem Einsteigschachte des Hauptstranges vor. Die von dieser Entwicklungsstelle aufwärts gelegenen Beobachtungspunkte sammt ihren Entfernungen waren die folgenden:

---

1) a. a. O. S. 9.

Digitized by Google

Lampenloch mit Ventilation	21 m
Oestlicher Hofsinkkasten (Wasserverschluss) . . .	30
Westlicher " " . . .	33
Spülschacht	42
Regenrohr an der Westseite	54
Regenrohr neben den Aborten	60

Unterhalb der Entwicklungsstelle wurden Beobachtungen an einigen Strassengullies in der Heustrasse gemacht. Zwei davon liegen oberhalb der Einmündung des Institutssieles in das Heustrassensiel, von der Entwicklungsstelle 35 m entfernt; die anderen zwei sind an der Ecke der Landwehrstrasse gelegen und von dem Punkte, wo der Schwefelwasserstoff eingeleitet wurde, 130 m entfernt. Diese Strassengullies haben Wasserverschlüsse.

Vor Beginn der Versuche wurde der ganze Hauptstrang ausgespült, dann die Klappe im Spülschachte offen gelassen.

Der Schwefelwasserstoff wurde in einem Kipp'schen Apparate entwickelt und mittels eines Kautschukrohres durch die neben dem Deckel des Einsteigschachtes befindliche Ventilationsöffnung bis an den Boden des Schachtes geleitet. Die Controle des Luftzuges geschah dann mit Bleipapierstreifen, welche mit Glycerin befeuchtet[1]) zur Hälfte zwischen zwei Objectgläsern durch einen Kautschukring festgehalten waren. Solche kleine Apparate wurden an einem Drahte in alle zur Beobachtung dienenden Oeffnungen gehängt und zeitweilig nachgesehen. Dadurch, dass die Hälfte des Papierstreifens durch die Glasplatten gegen die Einwirkung des Schwefelwasserstoffes geschützt war, konnte an dem Färbungscontraste die geringste Reaction wahrgenommen werden. Gebräunte Papiere wurden sofort und so oft erneuert, als die Versuchsdauer es erheischte.

Nach dieser einfachen und zugleich sicheren Methode führte ich folgende Versuche aus:

5. Versuch. Am 6. Juli 1880. Nachdem mit Ausnahme der zwei Regenrohre an allen genannten Punkten Bleipapiere angebracht waren, wurde bei herrschendem WNW-Winde um 11 h 5′ mit der

1) Wasser verdunstet sehr rasch; auch gesättigte Chlorcalciumlösung konnte die Papiere nicht, wie ich es brauchte, stundenlang feucht erhalten. Mit Glycerin gelang das ganz gut, ohne dass die Empfindlichkeit des Papieres dadurch gelitten hätte.

Digitized by Google

Schwefelwasserstoffeinleitung begonnen. Nach 30 Min. war noch an keinem Beobachtungspunkte weder Geruchs- noch Bleireaction. Nach 32 Min. trat die letztere an der Spülschachtventilation auf; am Lampenloche und der Entwicklungsstelle selbst war bloss Geruch wahrnehmbar. Nach 55 Min. war an allen drei Punkten eine starke Schwefelbleireaction anwesend, welche mit der Schwefelwasserstoffentwicklung 4 St. 30 Min. lang andauerte. Zu dieser Zeit hatte der Apparat allen Schwefelwasserstoff abgegeben; der Wind kam jetzt direct aus Westen. Nun schwand auch die Bleireaction sehr rasch; an der Ventilationsöffnung der Einleitungsstelle war sie aber noch 3 St. 25 Min. nach dem Aufhören der Entwicklung (7^h Abends), wenn auch sehr schwach, zu constatiren. Die beiden Hof- und alle Strassengullies gaben während der ganzen Zeit keine Hydrothionreaction. Wiederholte Prüfungen mit der Benzoëlunte ergaben, dass auch an jenen Oeffnungen, wo eine Bleireaction erhalten wurde, das Ausströmen der Sielluft kein constantes war, sondern mit Einströmen freier Luft abwechselte.

6. Versuch. Am 7. Juli 1880 um 10^h 30′ Vorm. wurde, bei zwischen E und ESE schwankender Windrichtung, mit der Schwefelwasserstoffeinleitung begonnen; Bleipapiere waren mit Ausnahme des westlichen Regenrohres an allen Oeffnungen angebracht. Die Reaction trat am Lampenloche und an der Ventilationsöffnung des Einsteigschachtes (Entwicklungsstelle) nach 37 Min. auf. Die Schwefelwasserstoffeinleitung wurde nach 1 St. 30 Min. abgebrochen; die Schwefelbleireaction dauerte von diesem Zeitpunkte am Lampenloche 1 St. 10 Min., am Einsteigschachte sogar 3 St. 50 Min. noch an. Das Regenrohr neben den Aborten gab an der Dachöffnung keine Hydrothionreaction; auch die am Spülschachte, den Hof- und Strassengullies angebrachten Bleipapiere blieben weiss. Durch die Benzoëlunte wurde auch in diesem Versuche eine alternirende Ventilation an den beiden Oeffnungen, wo Sielluft ausströmte, constatirt.

7. Versuch. Am 9. Juli 1880. Ausser den Oeffnungen an der Bodenoberfläche wurde auch in dem Regenrohre an der Westseite des Institutsgebäudes 3^m über dem Bodenniveau ein Bleipapier angebracht. Bei herrschendem Westwinde begann ich mit der Schwefelwasserstoffeinleitung um 9^h 50′. Die Bleireaction trat zuerst nach

Digitized by Google

35 Min. am Lampenloche auf und war nach 1 St. 5 Min. auch an der Einleitungsstelle, dem Spülschachte und im Regenrohre sehr intensiv. Zu dieser Zeit schlug der Wind nach Norden um. Die Bleireaction blieb an den genannten Punkten während der ganzen Dauer der Einleitung (2 St. 10 Min.) dieselbe und schwand dann am Spülschachte nach 1 St. 10 Min., am Lampenloche und im Regenrohre nach 4 St. 25 Min., an der Einleitungsstelle nach 5 St. 15 Min. Die Hof- und Strassengullies hatten auch in diesem Versuche keinen Schwefelwasserstoff resp. Kanalluft ausströmen lassen; dieser drang aber diesmal in das Institutsgebäude ein und war besonders am Dachboden und in einem Laboratorium sehr intensiv zu riechen.

Durch diese drei Versuche war die Brauchbarkeit des Schwefelwasserstoffs so weit nachgewiesen, dass auch eine Ausführung derartiger Versuche im Grossen eine Aussicht auf Erfolg gestattete.

Ausser diesem Resultate kann aus der soeben beschriebenen Versuchsreihe noch mancher Beitrag zu den Ventilationsverhältnissen der Siele geschöpft werden. Die Strömungsrichtung der Luft im Haussiele war constant eine aufwärts gehende. Vor allem ist zu bemerken, dass das Siel in allen Versuchen vollständig trocken war, also die Wirkung fliessenden Wassers auf die Sielluft wegfiel. Die herrschende Windrichtung hat darauf keinen Einfluss; man sieht ja, dass der Schwefelwasserstoff eben bei Ostwind, welcher dem Verlaufe des Haussieles beinahe entgegenbläst, am wenigsten und bei entgegengesetztem Winde, welcher also das Abwärtsströmen begünstigen müsste, am weitesten nach aufwärts getragen wurde. Die ohne Wasserverschluss in das Haussiel mündenden Regenrohre erwiesen sich als ventilationsbefördernd und scheinen eben auch das Aufsteigen des Schwefelwasserstoffs bewirkt zu haben. An den Sinkkästen waren die Wasserverschlüsse stets in Ordnung; an den Ableitungen aus den Laboratorien versagten sie aber in einem Falle den Dienst. Die Ursache wurde nicht näher ermittelt.

So viel kann aus dieser zweiten Versuchsreihe jedenfalls gefolgert werden, dass die Sielluft, welche wir bei den Begehungen aus dem Strassensiele in die Hausleitungen eintreten sahen, in diesen ihren Weg nach aufwärts fortsetzt und theilweise durch die Regen-

Digitized by Google

rohre auf Dachhöhe in die freie Luft ausströmt, theilweise aber auch in die Häuser selbst gelangt, trotz der angebrachten Syphons, wenn diese aus irgend einem Grunde zeitweise insufficient werden.

Dritte Versuchsreihe.

Die allgemeine Anordnung dieser Versuche war folgende:

Ich wählte aus der oben beschriebenen Strecke des Max-Ludwig-Sielnetzes solche Abschnitte aus, an deren beiden Endpunkten Seiteneingänge, in der Mitte aber ein Aufzugschacht angebracht war. Hier sollte der Schwefelwasserstoffapparat, auf- und abwärts davon auf gewisse Entfernungen im Siele selbst Bleipapiere angebracht und an den beiden Endpunkten des Abschnittes Beobachter postirt werden. Da in der frequenten Strasse kein Kipp'scher Apparat aufgestellt werden konnte, dieser auch den Schwefelwasserstoff zu langsam abgibt, nahm ich ein starkwandiges 1,5 Liter haltiges Becherglas und hing es an einer Messingkette im Aufzugschachte so auf, dass es nahe an das Wasserniveau herabreichte; die kleine Oeffnung im Deckel des Aufzugschachtes war geeignet, die Kette durch einen Eisenstab zu fixiren. Dieses Gefäss wurde mit Schwefeleisenstückchen gefüllt eingehängt und dann durch einen Kautschukschlauch, welcher die Kette entlang befestigt war, von oben Chlorwasserstoffsäure zugegossen. Die grosse und freie Oberfläche des Gemisches sicherte eine rasche Entwicklung und Verbreitung des Schwefelwasserstoffs. Die Bleipapiere waren auch bei diesen Versuchen zwischen zwei Glasplatten gefasst und mit Glycerin befeuchtet.

Zu jedem Versuche waren mindestens drei Personen nöthig. Zwei Beobachter stiegen durch einen der Seiteneingänge hinab und nahmen das Entwicklungsgefäss mit sich. Der eine Beobachter verblieb hier, der andere schritt — unterwegs Bleipapiere anbringend — mit dem Gefässe zum Aufzugschachte und signalisirte seine Ankunft dem oben harrenden Apparatmanne, welcher die Kette hinaufzog und befestigte. Nachdem auch dieser Beobachter seinen Endposten erreicht und unterwegs Bleipapiere angebracht hatte, wurde zur verabredeten Zeit durch Zugiessen 50 procentiger roher Chlorwasserstoffsäure mit der Schwefelwasserstoffentwicklung

Digitized by Google

begonnen. Der untere Beobachter verblieb nur so lange im Siele, bis der Schwefelwasserstoff dort eingetroffen war; der obere brach nach einer gewissen Zeit von seinem Posten auf und besah alle Bleipapiere bis zum Hydrothionapparate, welcher nun geprüft, ob er nicht überschäumt hatte [1]), und dann ausgeleert wurde. Durch den oberen Eingang verliess nun auch dieser Beobachter das Siel. Zum Schlusse wurde aus den verschiedenen Notizen und mit genauer Zeitangabe das Versuchsprotokoll zusammengestellt.

Dieses strenge Reglement war für die Versuche nicht nur im Interesse genauer Resultate geboten, sondern auch um allen vom Schwefelwasserstoff möglichen Unannehmlichkeiten oder gar Unfällen vorzubeugen. Es that auch so gute Dienste, dass den nun zu beschreibenden Versuchen eine genügende Genauigkeit beigelegt werden kann.

8. Versuch. Am 13. Juli 1880. Als Object diente der bei der ersten Begehung beschriebene oberste Abschnitt des Max-Ludwig-Sielnetzes. Der Schwefelwasserstoffapparat war vor dem anatomischen Institute in der Kreuzung der Findling- und Schillerstrasse untergebracht; der obere Beobachtungsposten war von hier 280^{m} weit vor dem Waisenhause, der untere 235^{m} weit an der Kreuzung der Schiller- und Landwehrstrasse aufgestellt. Die Herren Collegen Soyka und Blasius (aus Braunschweig) hatten die Freundlichkeit sie zu versehen, während ich selbst die Hydrothionentwicklung besorgte. Diese wurde (aus 250^{g} Schwefeleisen und 0,5 Liter 50proc. Salzsäure) um 9^{h} 30′ eingeleitet. 13 Min. später begann am unteren Posten der Schwefelwasserstoffgeruch fühlbar zu werden, und gleich darauf kam der Schwefelwasserstoff in solcher Menge, dass sich dem beobachtenden Herrn Collegen Blasius die Bleipapiere selbst in der Rocktasche bräunten. Nach 15 Min. war auch an der Entwicklungsstelle ein sehr beträchtliches Ausströmen von Schwefelwasserstoff resp. Kanalluft zu riechen. Auf der Zwischenstrecke konnte dasselbe an mehreren Strassen-

1) Bei etwaigem Ueberschäumen wäre das Entwicklungsgemisch mit dem Wasser nach abwärts geführt und die auf diese Weise erzeugte Wirkung irrthümlich dem durch die Luft fortgetragenen Schwefelwasserstoff zugeschrieben worden.

Digitized by Google

einläufen und in den Häusern Nr. 19, 21[a], 27 und 29 durch den Geruch constatirt werden; in den Häusern Nr. 14, 16, 20, 26 und 28 war nichts zu riechen.

Am oberen Posten war noch nach 45 Min. keine Geruchs- und keine Bleireaction wahrzunehmen; im Abwärtsgehen wurden alle Bleipapiere unverändert gefunden und erst unmittelbar an dem Apparate der Geruch verspürt. Abbruch des Versuches 1 Stunde nach Beginn der Entwicklung.

Die Lufttemperatur betrug während dieses Versuches im Siele 15,0° C., im Freien 19,5° C. Der Wind blies aus SE.

9. Versuch. Da mir zu dieser Zeit keine Hilfskräfte zur Verfügung standen, musste ich diesen Versuch mit etwas veränderter Anordnung ausführen.

Am 23. Juli Abends nach eingetretener Dunkelheit wurden im oberen Abschnitte des Max-Ludwig-Sielnetzes Bleipapiere in die Strassengitter gehängt und um 10^h im Aufzugschachte vor dem anatomischen Institute die Schwefelwasserstoffentwicklung (aus 500^g Schwefeleisen und 1 Liter Salzsäure) eingeleitet. Am anderen Morgen um 7^h wurden die Bleipapiere hervorgeholt und wiesen folgendes Resultat auf:

Unterhalb des Apparates in der Schillerstrasse waren die an den Ecken der Landwehr-, Schwanthaler- und Schommerstrasse befindlichen Papiere gebräunt oder geschwärzt, das vor dem Hause Nr. 47 befindliche war unverändert.

Auf dieser Strecke münden in das Siel der Schillerstrasse, wie schon bei der ersten Begehung erwähnt wurde, drei andere Strassensiele. An diesen aufwärts hatte ich ebenfalls Bleipapiere in den Strasseneinläufen untergebracht; davon waren das 37^m aufwärts in der Landwehr- und das 46^m aufwärts in der Schommerstrasse befindliche unverändert, eines jedoch, welches 50^m in der Schwanthalerstrasse aufwärts untergebracht war, zeigte eine starke Bräunung.

Oberhalb der Entwicklungsstelle waren drei Papiere angebracht: die auf 280 und 250^m befindlichen waren unverändert, ein auf 90^m entferntes war schwach gelb gefärbt.

Während dieser Nacht hatte S- und SE-Wind geherrscht; das Temperaturminimum betrug 14,0° C.

Digitized by Google

Nun stellte ich zwei Versuche nach der genannten Methode im unteren Abschnitte des Max-Ludwig-Sielnetzes an. Das Schwefelwasserstoffgefäss befand sich im Aufzugschachte vor der Ludwigskirche, der untere Beobachtungsposten an der Ecke des Universitätsplatzes und der Veterinärstrasse (190 m vom Apparate), der obere am Kreuzungspunkte der Schelling- und Amalienstrasse (235 m vom Apparate).

10. Versuch. Am 26. Juli 1880. Ausser an den Beobachtungsposten wurde der Luftzug auch noch an zwei Bleipapieren controlirt, welche in der Veterinärstrasse beim Haus Nr. 9 und an der Kreuzung mit der Königinstrasse in Strasseneinläufe gehängt waren. Die Schwefelwasserstoffentwicklung (aus 1 kg Schwefeleisen und 1 Liter 50proc. Salzsäure) wurde um 10 h 10′ eingeleitet. Hier an der Entwicklungsstelle machte sich sofort ein starker Geruch bemerkbar.

Am unteren Posten konnte Herr College Dr. Simon (aus Breslau) nach 17 Min. den Geruch, nach 18,5 Min. die Bleireaction wahrnehmen. Nach 40 Min. wurden auch die beiden noch weiter unten (auf 250 resp. 390 m vom Apparate) in den Strasseneinläufen befindlichen Bleipapiere geschwärzt gefunden.

Am oberen Posten war nach 1 St. 20 Min. noch keine Geruchs- und keine Bleireaction. Abwärts gehend wurden alle von 20 zu 20 Schritten angebrachten Papiere unverändert gefunden bis auf jenes 20 Schritte vor dem Apparate, welches schwach gelb gefärbt war.

Während dieses Versuches betrug die Lufttemperatur im Siele 13,0° C., im Freien war sie von 24,3 auf 25,5° C. gestiegen. Der Wind kam aus SE.

11. Versuch. Am 27. Juli 1880. Ausser durch die im Kanale befindlichen Beobachter (die Herren Soyka und Simon) und Bleipapiere wurde diesmal die Strömungsrichtung noch durch Papiere controlirt, welche oberhalb der Entwicklungsstelle in der Schellingstrasse gegenüber dem Seiteneingange in einem Strasseneinlaufe (65 m vom Apparate), dann in den zwei Strasseneinläufen der Veterinärstrasse, welche schon im 10. Versuche beobachtet wurden, angebracht waren. Endlich befestigte ich noch an der Ausmündung des Stammsieles am Schwabingerbache (660 m vom Apparate) zwei

Digitized by Google

Bleipapiere, das obere 10^{cm} vom Kanalgewölbe, das zweite 1^{m} tiefer.

Mit der Schwefelwasserstoffentwicklung begann ich um 9^{h} 12′ (aus 600^{g} Schwefeleisen und 1 Liter 50 proc. Salzsäure). 4¼ Min. später war schon ein starker Geruch und in der 6. Minute starke Bleireaction am unteren Posten bemerkbar. Am Schwabingerbache begann die Bräunung des oberen Papierstreifens nach 21 Min. und war nach 25 Min. schon sehr ausgesprochen; das untere Papier blieb bis zum Ende des Versuches weiss. Die beiden Papiere in den Veterinärstrasseneinläufen waren nach 28 Min., sogar nach 38 Min. noch unverändert.

Der obere Beobachter (College Soyka) fand noch einige vom gestrigen (10.) Versuche her in der oberen Hälfte des Versuchsabschnittes verbliebene Bleipapiere vor. Davon war das am Kreuzungspunkte der Amalien- und Schellingstrasse und das in letzterer Strasse bei der Einmündung des Hauses Nr. 10 befindliche gebräunt, das dritte, welches sich am nächsten zur gewöhnlichen Entwicklungsstelle in der Curve befand, welche das Siel von der Schelling- gegen die Ludwigsstrasse beschreibt, war unverändert.

Was den heutigen Versuch anbelangt, so war am oberen Beobachtungsposten 58 Min. nach Beginn der Schwefelwasserstoffentwicklung noch kein Geruch und keine Bräunung des Bleipapiers wahrzunehmen. Die angebrachten Papiere wurden nach 1 St. 10 Min. bis dicht an den Apparat ganz unverändert gefunden; auch das in den Strasseneinlauf in der Schellingstrasse gehängte Papier war nach 1 St. 13 Min. noch weiss.

Im Siele betrug die Lufttemperatur 12,5° C., im Freien war sie von 18,0 auf 18,4° C. gestiegen. Der Wind wehte direct aus Westen.

Nachdem ich durch diese zwei Versuche auch die Verhältnisse im unteren Abschnitte der untersuchten Sielstrecke erkannt hatte, wurden die folgenden zwei an beiden Endpunkten der Sielstrecke zu gleicher Zeit ausgeführt.

12. Versuch. Am 30. Juli 1880. Am oberen Ende der Sielstrecke stieg ich selbst in das Siel, brachte die Bleipapiere und den Apparat an, liess den Kanalarbeiter am unteren Posten, begab mich auf den oberen, worauf Herr College Dr. Renk die

Digitized by Google

Schwefelwasserstoffentwicklung (aus 500^{g} Schwefeleisen und 1 Liter 50proc. Salzsäure) vor dem anatomischen Institute um 3^{h} 52′ in Gang setzte.

Nach 1 Stunde war am oberen Posten noch keine Schwefelwasserstoffreaction; ich schritt daher gegen den Apparat abwärts und fand dabei alle von 10 zu 10 Schritten angebrachten Papiere bis unmittelbar an den Schwefelwasserstoffapparat unverändert; auch der Geruch war erst hier bemerkbar.

Am unteren Posten langte der Schwefelwasserstoff nach 23 Min. an. Bleipapiere, welche im Siele der Landwehrstrasse 20 Schritte aufwärts, dann weiter unten an der Einmündung der Siele aus der Schwanthaler- und Schommerstrasse im Hauptsiele, dann je 20 Schritte aufwärts in den eben genannten Nebensielen angebracht waren, zeigten noch nach 1¾—2 Stunden nicht die geringste Verfärbung.

Die Lufttemperatur betrug in diesem Sielabschnitte 17,0° C., im Freien 21,4° C. Der Wind blies aus SW.

13. Versuch. Am 30. Juli 1880. Im unteren Abschnitte der Sielstrecke hatte Herr Soyka den unterirdischen, Herr Simon den oberirdischen Theil des Versuches freundlichst ausgeführt.

Die Schwefelwasserstoffentwicklung (aus 1^{kg} Schwefeleisen und 1 Liter 50proc. Salzsäure) wurde um 4^{h} 1′ eingeleitet. Am unteren Posten war der Schwefelwasserstoff nach 10 Min. durch den Geruch, nach 11 Min. durch Bleipapier zu constatiren. Die noch weiter unten, wie beim Versuch 10 und 11, in zwei Strasseneinläufen und am Schwabingerbache angebrachten Bleipapiere erlitten bei diesem Versuche überhaupt keine Veränderung.

Aufwärts vom Entwicklungspunkte hatte sich der Schwefelwasserstoff bis auf 40^{m} verbreitet; jedoch ist zu bemerken, dass Herr Soyka zuerst die Beobachtung am unteren Posten ausführte, dann im Siele bis zum Apparat und über diesen hinaus aufwärts schritt. Der Herr College setzte sich hier einer Schwefelwasserstoffintoxication aus, die ein zu hoher Preis für das Gelingen des Versuches gewesen wäre; andererseits halte ich es für wahrscheinlich, dass eben durch dieses Aufwärtsschreiten auch die Sielluft aufwärts

Digitized by Google

gedrängt wurde, dass also nicht der natürliche Luftzug den Schwefelwasserstoff vom Apparate 40 m weit aufwärts führte.

In diesem Abschnitte wurden nach dem 11. Versuche einige Bleipapiere zurückgelassen und jetzt nach 3 Tagen bis hinauf zur Amalienstrasse alle schwach gelb gefärbt gefunden.

Die Lufttemperatur war hier im unteren Abschnitte des Max-Ludwig-Sielnetzes 13,5° C.; Aussentemperatur und Windrichtung sind dieselben wie beim 12. Versuche. —

Obschon diese letzte Versuchsreihe bloss auf den Luftzug der Strassensiele gerichtet war, will ich doch auch jene Resultate nicht übergehen, welche sie hinsichtlich der Haus- und Strasseneinmündungen nebenbei lieferte.

Während bei den Begehungen bloss constatirt werden konnte, dass die Luft aus dem Strassensiele in die Hausentwässerungsanlage eintritt, die zweite Versuchsreihe aber zu einer anderen Zeit und unter ganz speciellen Verhältnissen das Aufwärtssteigen der Luft aus dem Ableitungsrohre der Hausanlage in den Hofraum, die Wohnräume und durch das Regenrohr auf das Dach beweist, ist nach dem 8. Versuche unzweifelhaft, dass von höheren Punkten der Strassenleitung herrührende Sielluft in tiefer gelegene Häuser eindringen kann. Ich lasse hier einen Vergleich der Resultate der Begehung und des Schwefelwasserstoffversuches folgen.

		Begehung am 11. Juni:	H_2S-Versuch am 13. Juli:
Schillerstrasse	Nr. 14	hinaus	0
„	„ 16	hinaus	0
„	„ 19	hinaus	hinaus
„	„ 20	0	0
„	„ 21	0	hinaus
„	„ 26	0	0
„	„ 27	0	hinaus
„	„ 29	herein	hinaus

Daraus ist ersichtlich, dass sich die Häuser zur Sielluft zu verschiedenen Zeiten anders verhalten. Dasselbe gilt auch von den Mündungen auf die Strasse. Die Einläufe an den drei Punkten, wo die Schillerstrasse von der Landwehr-, Schwanthaler- und Schommerstrasse gekreuzt wird, hatten bei der Begehung am 11. Juni einen nach innen gerichteten Luftzug; am 23. Juli hingegen (9. Ver-

Digitized by Google

such) strömte hier die Sielluft heraus. Auch die beiden Einläufe in der Veterinärstrasse liessen beim 10. Versuch Sielluft ausströmen, beim 11. und 13. aber nicht.

Die in der dritten Versuchsreihe für die Strassensiele erlangten Resultate sind auf Tab. II zusammengestellt.

Tabelle II.

Zahl des Versuchs	Abschnitt des Sielsystems	Verhältniss des Sielsystems zur herrschenden Windrichtung	Ueberschuss der Aussentemperatur über die Sielluft in °C.	Abwärts gerichteter Luftstrom				Grösste Entfernung, welche der aufsteigende Luftstrom zurücklegte, in Mt.
				Grösste Entfernung in Mt.	Beobachtete Zeitdauer in Sec.	Geschwindigkeit in Mt. pro Sec.	Ventilationsgrösse in Kubikmetern pro Stunde	
8.	oberer	SW / SE	4,5	235	13	0,301	1000,800	0
9.	"	SW / SSE	—	707	—	—	—	90 (50[1])
12.	"	SW / SW	4,4	235	23	0,170	572,400	0 (0[1])
10.	unterer	SW / SE	11,9	190 390	17 —	0,186 —	1184,400 —	15 (235[2])
11.	"	SW / W	5,7	190 660	4,25 21	0,745 0,524	4784,400 3337,200	0 (235[2])
13.	"	SW / SW	7,9	190	10	0,317	2019,600	40[3])
				oberer Abschnitt		0,236	786,600	
				unterer "		0,443	2831,400	
				Hauptmittel		0,340	1809,000	

In der bei den Begehungen beobachteten Reihenfolge will ich auch hier vorerst die Strömungsrichtung, dann die Ventilationsgrösse besprechen und zum Schlusse eine Erklärung des Befundes versuchen.

Wie schon die Begehungen, so wiesen auch die Schwefelwasserstoffversuche zwei entgegengesetzte Strömungsrichtungen nach.

1) In einem Nebensiele der abwärts vom Schwefelwasserstoffapparat gelegenen Strecke.

2) In den 24 Stunden nach dem Versuche.

3) In den folgenden 3 Tagen nach dem Versuche.

Digitized by Google

Bezüglich des Aufwärtsströmens habe ich die in der Tabelle angeführten Zahlen noch zu erklären. Wie v. Pettenkofer's Untersuchungen beweisen, ist es, trotz des bestehenden Verbotes, in München keine Seltenheit, dass der Inhalt von Abtrittgruben zur Nachtzeit heimlicherweise in die Schwemmsiele entleert wird [1]). Dabei gelangt auch eine grosse Menge Schwefelwasserstoff dahin. Nun wurde aber der 9. Versuch eben zur Nachtzeit ausgeführt, und auch die 235 ^{m}, welche als Entfernung für das Aufströmen der Sielluft beim 10. und 11. Versuche figuriren, beziehen sich auf die nach dem Versuche im Siele über Nacht belassenen Bleipapiere. Diese Zahlen müssen ausgeschieden werden, weil sie die Annahme einer anderen Schwefelwasserstoffquelle zulassen. Der 10. Versuch, wo eben das dem gewöhnlichen Schwefelwasserstoffentwicklungspunkte am nächsten gelegene Papier weiss blieb und nur die weiter oben befindlichen eine Bräunung zeigten, spricht entschieden dafür, dass der Schwefelwasserstoff von einem oberen Punkte herstammte und wegen der unterwegs erlittenen Verdünnung auf das unterste Papier nicht mehr wirken konnte.

Den Befund des 13. Versuches, wonach ein Bleipapier 40 ^{m} oberhalb des Entwicklungsortes gebräunt war, kann ich, wie bereits erwähnt, auch nicht als Beweis dessen gelten lassen, dass der Schwefelwasserstoff durch den normalen Luftzug so weit aufwärts getragen wurde, weil sich der Beobachter in diesem Falle von der Schwefelwasserstoffquelle her dem Bleipapiere genähert hatte und vielleicht mit seinem Körper, welcher einen grossen Theil des Kanallumens ausfüllt, die schwefelwasserstoffhaltige Kanalluft vor sich her aufwärts schob, oder möglicherweise auch so viel Schwefelwasserstoff an den Kleidern haftend mitgenommen haben konnte, als zum Zustandekommen der Reaction nothwendig ist.

Es bleibt also von allen Fällen, wo eine Bräunung der Bleipapiere oberhalb der Schwefelwasserstoffquelle stattgefunden hat, bloss der 10. Versuch mit einer Wirkungsweite von 15 ^{m} als unanfechtbar übrig; in diesem einzigen Falle kann nicht geleugnet

1) Gutachten über das Kanal- oder Sielsystem in München, abgegeben von der durch den Stadtmagistrat gewählten Commission, verfasst von Dr. M. v. Pettenkofer (München 1869) S. 12 und Ztschr. f. Biologie Bd. 6 S. 552.

Digitized by Google

werden, dass der Schwefelwasserstoff durch den Zug der Kanalluft aufwärts getragen wurde.

Doch selbst dann, wenn man sämmtliche Befunde als feststehend gelten lässt, ist das Aufwärtsströmen der Sielluft immerhin noch verschwindend gering im Verhältnisse zum Abwärtsströmen, nicht nur bezüglich der Geschwindigkeit, sondern überhaupt sogar bezüglich der Constanz. Für die Strömungsrichtung wurde also das in der ersten Versuchsreihe gefundene Ueberwiegen des Abwärtsströmens der Kanalluft durch die dritte Versuchsreihe dahin erweitert, dass man sagen kann: ein aufwärts gerichteter Luftzug in den Münchener Sielen ist eine Ausnahme von der Regel, nach welcher die Luft in den Strassensielen dem Wasserlaufe folgend nach abwärts strömt.

Bei der Anordnung der letzten Versuchsreihe war für die Bestimmung der Geschwindigkeit geringer aufsteigender Luftströme gar nicht besonders vorgesorgt worden; nachdem nun erwiesen ist, dass aufsteigende Luftströme selten sind und sich auf sehr kurze Distanzen beschränken, kommt ihrer Geschwindigkeit auch keine weitere Bedeutung zu. Für den absteigenden Luftzug ergab sich die Geschwindigkeit aus der beobachteten Zeitdifferenz zwischen Beginn der Entwicklung des Schwefelwasserstoffs und seinem Eintreffen am unteren Beobachtungsposten und aus der bekannten Entfernung der beiden Punkte. Die Geschwindigkeit war in den Kanalabschnitten je für sich beinahe um das Doppelte variabel, aber im unteren Abschnitte um mehr als doppelt so gross als im oberen. Auch ist der nach der letzteren genaueren Methode für die Ventilationsgrösse erhaltene Hauptdurchschnitt bedeutend niederer als der bei der Begehung mit dem Anemometer gefundene.

Zur Erklärung des constanten, nur durch seltene und kurze Aufwärtsschwankungen unterbrochenen Abwärtsströmens der Sielluft mögen die bei der ersten Versuchsreihe besprochenen Factoren auch mit den letzten Versuchsergebnissen noch kurz verglichen werden.

Auch hier waren verschiedene Windrichtungen vorherrschend; auch die Ventilationsverhältnisse an den Communicationen

Digitized by Google

waren laut den in Strassenmündungen erhaltenen Resultaten verschiedene. Diese beiden Factoren müssen also wegen ihrer Unbeständigkeit von der Erklärung der so constanten Erscheinung definitiv ausgeschlossen werden.

Für die Temperaturdifferenz der Sielluft im oberen und unteren Abschnitte des Systems haben nun die Versuche 12 und 13 den endgültigen Beweis erbracht, wo zur selben Zeit im unteren Abschnitte 13,5, im oberen 17,0° C. vorhanden waren. Bemerkt man dazu, dass die Sielsohle im oberen Abschnitte 3,1, im unteren 4,9 ^{m} unter dem Strassenniveau liegt, so erklärt sich diese Erscheinung einfach aus der Bodentemperatur, welche im Sommer in grösserer Tiefe eine niedrigere ist. Für die vorliegenden Untersuchungen hat dieser Befund die hohe Bedeutung, dass er die Temperaturdifferenz als ein dem constanten Abwärtsströmen der Sielluft ebenso constant entgegenwirkendes Moment hinstellt, insofern man nicht wohl annehmen kann, dass wärmere Luft durch kältere Luft abwärts fliesst.

Als abwärts bewegender Factor kann nach allen hierüber angestellten Betrachtungen einzig und allein das fliessende Sielwasser betrachtet werden. Auch jenes Ergebniss der dritten Versuchsreihe, dass die mittlere Luftgeschwindigkeit im oberen Abschnitte des Sielsystems bloss 0,236, im unteren aber 0,443 ^{m} pro Secunde beträgt, noch mehr aber die im Versuche 12 und 13 zur selben Zeit erhaltenen Zahlen, nämlich für oben 0,170, für unten 0,317 ^{m} pro Secunde, sprechen dafür, da doch die Wirkung, welche das fliessende Sielwasser ausübt, seiner Menge und seiner Geschwindigkeit proportional sein muss, die Wassermenge und das Gefälle, also auch die Geschwindigkeit, aber im unteren Abschnitte des Sielsystems stets grössere sind. —

Die im Obigen dargelegten Resultate haben naturgemäss nur so weit Gültigkeit, als die physikalischen Verhältnisse, unter denen ich sie beobachtete und mit Hilfe derer ich sie erklärte, obwalten. Von diesen physikalischen Factoren ist jedoch keiner constant; darum sehe ich mich genöthigt, zum Schlusse noch betreffs der allgemeinen Gültigkeit des von mir gefundenen überwiegenden Ausströmens und des constanten Abwärtsströmens der Luft in öffentlichen Sielen einige Vorbehalte zu machen.

Digitized by Google

Dem in den Sielen fliessenden Wasser wird allgemein der Vorwurf gemacht, dass es, durch heftige Regengüsse vermehrt, die Sielluft auf die Strasse und in die Häuser drängt, und wird darum empfohlen, durch directe Verbindung der Regenrohre mit den Strassensielen das hintanzuhalten. Pettenkofer hat bereits darauf hingewiesen, dass bei heftigem Regen die Dachrohre — und ich denke auch die Strassen- und Hauseinläufe — nach der Art des Bunsen'schen Gebläses dem Strassensiele eher Luft zuführen [1]). Ich meine auch, dass das durch den Regen vermehrte Sielwasser in dem Maasse, als es mit der Höhe an Strömungsgeschwindigkeit zunimmt, auch die Sielluft beschleunigt nach abwärts, der Ausmündung des Sielsystems zu, führen wird. Immerhin wird es nothwendig sein, die Versuche bei heftigem Regen zu wiederholen.

Ich fand, dass die Temperaturdifferenz zwischen der Siel- und Aussenluft im Sommer das Ausströmen der ersteren nicht begünstigt. Zur Winterszeit dürfte die Sielluft eine höhere Temperatur haben als die Aussenluft und darum ein constantes Ausströmen der ersteren stattfinden. Andererseits ist zu vermuthen, dass im Winter der obere Abschnitt des Sielsystems eine niedriger temperirte Luft hat als der untere, weil dort die Bodentemperatur in der geringeren Tiefe eine niedrigere und auch die Abkühlung der dem Freien näher gelegenen Sielluft eine bedeutendere ist. Dadurch dürften Temperaturverhältnisse erzeugt werden, welche dem Abwärtsströmen der Luft im öffentlichen Siele wesentlich zu statten kommen, weshalb auch eine grössere Geschwindigkeit des absteigenden Luftstromes zu erwarten ist, als ich sie im Sommer fand.

Ich beschränke also die Gültigkeit der von mir aufgedeckten Luftströmungsverhältnisse auf den Sommer und auf regenlose Zeit und gebe aus den angeführten Gründen die Nothwendigkeit zu, ähnliche Versuche im Winter und bei starken Regengüssen zu wiederholen.

Unter solchen Umständen enthalte ich mich auch jeder auf das epidemiologische Gebiet hinübergreifenden, derzeit noch verfrühten Folgerung und fasse mit obigem Vorbehalte die Resultate meiner Untersuchungen in folgende Sätze zusammen:

1) Vorträge über Kanalisation und Abfuhr S. 100.

Digitized by Google

1. Die Bewegung der Luft in den Münchener Sielen ist viel mehr nach abwärts als nach aufwärts gerichtet, d. h. sie folgt hauptsächlich dem Gefälle der Siele. Der Luftzug im unteren (tiefer liegenden) Abschnitte des Sielsystems ist stärker als in den oberen (höher liegenden) Abschnitten.
2. Die herrschende Windrichtung im Freien hat keinen merklichen Einfluss auf Richtung und Geschwindigkeit des Luftzuges in den Sielen.
3. Aufsteigender, dem Gefälle der Siele entgegengesetzter Luftzug kommt zwar vor, aber sehr selten und auf sehr kurze Strecken beschränkt.
4. Wo Haus- und Strassenentwässerungen einmünden, geht Luft aus den Sielen durch diese Einmündungen öfter hinaus als herein, und ist auch diese partielle Bewegung nicht von der herrschenden Windrichtung im Freien abhängig. Das Hinaus- und Hereinziehen der Luft an solchen Stellen ist kein constantes, sondern es wechselt.
5. Durch solche sich nahe liegende Mündungen von Hausentwässerungen kann ein Austausch der Luft von einem Hause oder Hofe nach dem anderen hin stattfinden, so weit die Hausleitungen nicht mit richtig functionirenden Wassersperren oder Syphons versehen sind.
6. Der ganz vorwaltend nach abwärts gehende, dem Gefälle der Kanäle folgende Luftzug scheint lediglich durch den Strom des in gleicher Richtung fliessenden Kanal- oder Sielwassers verursacht zu sein.
7. Die Temperatur der Sielluft war durchschnittlich 3,2 — 5,6° C. niedriger als die Temperatur im Freien. Auch aus dieser Temperaturdifferenz sind die beobachteten Luftbewegungen in den Sielen und an ihren verschiedenen Mündungen nicht zu erklären. Die Beobachtungen sind im Winter, wenn die Temperatur in den Sielen höher als im Freien ist, zu wiederholen.

Ich sage Herrn Prof. v. Pettenkofer für die Anregung und Förderung, den mitwirkenden Herren Collegen für die Unterstützung meiner Untersuchungen auch an dieser Stelle meinen besten Dank.

Digitized by Google

Versuche über den Raumsinn der Haut an Blinden.

Von

Oskar Gärttner,
Stud. med.

(Aus dem Tübinger physiologischen Institut.)

Czermak ist der Erste und bis jetzt Einzige, der messende Tastversuche an Blinden angestellt hat. Er benutzte einen Mann von 24 Jahren (mit 6 Monaten erblindet) und zwei Knaben von 13 Jahren (der eine mit 3 Wochen, der andere mit 4 Jahren erblindet).

Seine Resultate legte Czermak im 15. Band der Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften (S. 482) nieder.

Gestützt auf seine in Tabellen zusammengesetzten Messungen, stellte er folgende Sätze auf:

1. Die Blinden besitzen einen beträchtlich feineren Raumsinn als die Sehenden.
2. Diese Schärfung ist allgemein, nicht bloss an den geübteren Taststellen (wie Fingerspitzen etc.) zu beobachten.
3. Nicht nur bei den Sehenden fühlen die Kinder besser als die Erwachsenen, sondern auch bei den Blinden.
4. Die Blinden zeigen häufig, wenn ihre Haut mit den prüfenden Tastobjecten berührt wird, unwillkürliche Tastzuckungen.

Auf Veranlassung des Herrn Prof. v. Vierordt habe ich in der Ostervacanz 1880 zu Stuttgart in der dortigen Blindenanstalt diese Versuche wieder aufgenommen und zwar an zwei Personen.

A, der erste der Blinden (blindgeboren), zur Zeit des Versuchs 16 Jahre alt, geht nicht mehr zur Schule, ist aber der beste Kopf-

Digitized by Google

rechner und so intelligent, dass er öfters als Lehrer aushilft. Er lernt Korbflechten, wozu nur die Geschickteren der Anstalt bestimmt sind. In einem ihm ganz unbekannten Buch (dem katholischen Katechismus) mit punktirten lateinischen Buchstaben liest er 758 Buchstaben und Zahlen (6^{mm} hoch, 4^{mm} breit) in 3 Minuten.

B, der zweite der Blinden (blindgeboren), 13 Jahre alt, geht noch zur Schule und ist zugleich Schuhflechter. Er liest in 4 Minuten das Gleiche wie *A* in 3 Minuten und ist der beste der die Schule Besuchenden.

Zu den Versuchen wurden bei jeder Körperstelle mehrere Nadelpaare mit verschiedenen fixen Abständen ihrer freien auf die Haut gebrachten Enden verwendet; ausserdem wurden viele Vexirversuche (Abstand 0 der Tab. I) eingeschaltet, um die Versuchsindividuen zur nöthigen Voraussetzungslosigkeit zu zwingen und dieselben genügend zu controliren. Ueberhaupt sind alle Versuchsbedingungen so eingerichtet worden wie bei meinen Vorgängern, die im hiesigen physiologischen Institut über das Tasten vollsinniger Individuen umfassende und in dieser Zeitschrift veröffentlichte Experimente angestellt haben.

Bei dem guten Willen der Versuchsindividuen und deren Aufmerksamkeit kamen nur einige wenige Fälle mit dem Urtheil „unentschieden“ vor. Es wurden daher diese wenigen Ausnahmen auch als Fehler bezeichnet, da ihre Einreihung in eine besondere Gruppe am Hauptresultat gar nichts ändern würde.

Tabelle I.

	Blinde	Abstand der Nadelspitzen in Mm.	Zweifach empfunden	Einfach empfunden	Absolute Zahl der Fälle
III. Finger Spitze	*A*	0	17,5	82,5	474
		1	85	15	353
		$1^{1}/_{2}$	85,7	14,3	350
		2	95,54	4,46	314
	B	0	17,85	82,15	409
		1	78,21	21,79	358
		$1^{1}/_{2}$	85,63	14,37	327
		2	94,28	5,72	297

Digitized by Google

Tabelle I.

(Fortsetzung.)

	Blinde	Abstand der Nadelspitzen in Mm.	Zweifach empfunden	Einfach empfunden	Absolute Zahl der Fälle
Kinnspitze	A	0	18,3	81,7	464
		3	78,4	21,6	51
		4	87,6	12,4	342
		5	94,9	5,1	316
		7	94,2	5,8	276
	B	0	11,15	88,85	350
		3	57,97	42,03	69
		4	83,8	16,2	334
		5	92,7	7,3	302
		7	97,6	2,4	246
Vorderarm, Volarseite (Mitte)	A	0	25	75	510
		10	85,3	14,7	352
		15	82,87	17,13	362
		18	86,9	13,1	345
	B	0	13,6	86,4	420
		10	83,9	16,1	310
		15	90,6	9,4	287
		18	93,2	6,8	279

Aus den gefundenen Procentzahlen richtiger Entscheidungen berechnete ich sodann, um dieselben sowohl unter sich als auch mit den Normalwerthen vergleichen zu können, diejenigen minimalen Abstände der berührten Hautpunkte, welche immer (oder so gut wie immer) richtig d. h. doppelt gefühlt wurden. Die Berechnung erfolgte nach Anleitung der Curve, welche Herr Prof. v. Vierordt in der 5. Auflage seiner „Physiologie" S. 316 gegeben hat.

Derselbe bestimmte aus den im hiesigen physiologischen Institut ausgeführten zahlreichen Tastsinnsversuchen meiner Vorgänger den Gang der Curve, d. h. die allmähliche Zunahme der Procentzahl der richtigen Fälle mit zunehmendem Abstand der berührten Hautpunkte. Derjenige minimale Abstand, der 100 % richtige Fälle erzielt, wird dabei = 1000 gesetzt.

Oberamtsarzt Dr. Camerer in Riedlingen hat an seinen Kindern eine sehr grosse Zahl Versuche über den Raumsinn der Cutis aus-

Digitized by Google

geführt und bei der Construction der aus seinen Erfahrungen gewonnenen Curve Werthe (Reihe c) erhalten, die von den im hiesigen physiologischen Institut erhaltenen so gut wie gar nicht abweichen, wie die folgenden Zahlen zeigen.

	55	65	75	85	95	100
Vierordt . .	476	554	599	680	851	1000 (a)
	467,9	524,8	593,3	685,2	850,5	1000 (b)
Camerer . .	471,5	527	595,9	684,7	850	1000 (c)

Die unmittelbar gefundenen a-Werthe sind in Reihe b durch Rechnung rectificirt.

Die Raumsinnswerthe der Rubrik *C* der Tab. II gelten für Erwachsene (resp. Studenten von ca. 20 Jahren), und es könnte daher meine Vergleichung von 16 und 13jährigen Blinden mit denselben, wenn es sich um Raumsinnsleistungen handelt, vielleicht beanstandet werden.

Ich füge deshalb die entsprechenden Werthe bei, welche Camerer an zwei Kindern (von 12 und 10 Jahren) an der Fingerspitze gefunden hat.

Dr. Camerer's Versuche beschränken sich auf die obere Extremität (8 Localitäten), so dass ich bloss zwei Versuchsreihen mit den meinigen vergleichen kann.

Es ergab sich Folgendes:

Tabelle II.

Minimale Abstände in Mm., die immer richtig gefühlt werden.

	Blinde			*C*	Dr. Camerer		
	A	*B*	beide zusammen im Mittel	der normal sehende Erwachsene	Mädchen von 12 Jahren	Mädchen von 10 Jahren	beide Mädchen im Mittel
III. Finger Spitze .	1,92	2,06	1,99	2,47	2,05	2,30	2,17
Kinnspitze .	6,127	6,459	6,293	10,69	—	—	—
V. Arm, Volarseite (Mitte)	20,846	18,93	19,89	52,2	22,79	26,82	24,80

Digitized by Google

Diese Werthe der Tab. II verhalten sich, wenn 1,92 (III. Finger, Spitze von A) = 1 gesetzt wird, folgendermassen:

1 :	1,073 :	1,036 :	1,286 :	1,067 :	1,2 :	1,12 :
3,19 :	3,36 :	3,28 :	5,57 :	—	—	—
10,857 :	9,859 :	10,33 :	27,187 :	11,87 :	13,97 :	12,9

Tab. II bestätigt Czermak's Behauptung, „dass Blinde feiner fühlen als Sehende". Czermak hat jedoch nur nach der Methode des eben „merklichen Unterschiedes" experimentirt, so dass sich aus seinen Zahlen keine genauen Endwerthe ableiten lassen.

Da ältere Kinder erheblich feiner tasten als erwachsene Menschen, so fällt in der obigen Tabelle der Vergleich zwischen dem normal fühlenden Erwachsenen und unseren Blinden sehr zu Gunsten der letzteren aus; aber auch sehenden Kindern zeigen sich dieselben überlegen.

Bei den Versuchen zeigte sich noch eine weitere Thatsache, auf die Volkmann zuerst aufmerksam gemacht hat. Nämlich:

Die im Allgemeinen nicht besonders geübten Theile wie Kinn und Vorderarm zeigen nach einiger Zeit und Uebung im Verhältniss ein weit günstigeres Resultat als Theile, die oft zum Tasten benutzt werden.

Unwillkürliche Zuckungen bei der Berührung der Haut wurden, jedoch sehr selten und nur bei den Fingern, beobachtet und nur einmal ganz deutlich und scharf bei B als solche erkannt. Dagegen konnten die Blinden die Hand nicht ruhig lassen, und es musste manchmal halb unbewussten Tastbewegungen gewehrt werden.

Ueber die Methode der Versuche erlaube ich mir noch beizufügen:

Gegenüber den Versuchen über Unterscheidungsempfindlichkeit handelt es sich bei meiner Aufgabe um die Messung der sog. absoluten Empfindlichkeit, d. h. jeder Versuch wird für sich angestellt und ohne weitere Nebenrücksichten registrirt.

Gleichwohl lässt sich ein gewisser Einfluss des jeweils vorhergehenden Versuchs auf den nachfolgenden nicht verkennen.

Die Berührung mit einer Nadelspitze (der sog. Vexirversuch) gilt, wenn sie doppelt gefühlt wurde, natürlich als Fehler. Diese

Digitized by Google

Fehler werden alle in eine Rubrik gestellt, obgleich vorher mit verschieden weiten Nadelpaaren experimentirt wird.

Nun ist es meiner Ansicht nach nicht gleichgültig, ob man die Haut des Versuchsindividuums 1. zuerst mit einem Nadelpaar von z. B. 18^{mm} Abstand und darauf mit einer einzigen Nadelspitze berührt und ob dasselbe hier beide Versuche als doppelt bezeichnet, oder ob etwa 2. der Abstand 10^{mm} und darauf eine einzige Nadelspitze je von ihm als doppelt bezeichnet werden.

Beide Mal ist ein Fehler da, indem beide Mal eine Nadelspitze doppelt gefühlt wurde; aber der Fehler bei 1. ist grösser, da der Unterschied im ersten Doppelversuch grösser ist als der im zweiten.

Man hätte somit nach meiner Ansicht künftig die Vexirversuche in Einzelrubriken zu registriren je nach der Grösse der Nadelabstände, die im Vorversuch zur Anwendung gekommen sind.

Digitized by Google

Der Raumsinn der unteren Extremität bei Anchylose des Kniegelenkes.

Von

E. Schimpf,
Stud. med.

(Aus dem Tübinger physiologischen Institut.)

Veranlasst durch Herrn Prof. Dr. v. Vierordt, habe ich es unternommen, Versuche über den Tastsinn an einem im Kniegelenk seit mehr als 20 Jahren in gestreckter Stellung anchylosirten Bein im Vergleich mit dem entsprechenden gesunden anzustellen, um zu sehen, ob und welche Veränderungen des Tastsinnes durch die Gelenkanomalie und den veränderten Gebrauch des Gliedes eingetreten sind.

Zunächst gebe ich einen Auszug aus der Krankengeschichte des Versuchsindividuums, wie es zu seiner Anchylose im Kniegelenk gekommen.

J. Pelzle, Schuhmacher, wurde in seinem 11. Jahr an einer linkseitigen fungösen Kniegelenkentzündung in der hiesigen chirurgischen Klinik behandelt und mit einer Maschine entlassen. Sechs Jahre später (1859) kam er wieder in die Klinik, weil durch einen Stoss das Kniegelenk sich wieder entzündet hatte, und wurde in einigen Wochen geheilt. Im gleichen Jahr erlitt er noch eine Fractur in der Mitte des linken Oberschenkels, welche mit einiger Verkürzung gut heilte. Seit jener ersten Erkrankung sei die freie Beweglichkeit des Kniegelenks aufgehoben gewesen.

Jetzt Winter 79/80 steht das linke Bein fest in gestreckter Stellung, die Beweglichkeit im Kniegelenk ist minimal, mit An-

Digitized by Google

strengung ist Beugung höchstens in einem Winkel von 5° möglich und wird das Glied von Pelzle gar nicht benutzt. Im Uebrigen ist das Bein noch etwas nach auswärts gekrümmt: geringe Form von Genu varum, und es ist auffallend magerer als das rechte. Sonst ist das jetzt 38 Jahre alte Versuchsindividuum sehr kräftig und gesund und im Stande trotz seines steifen Beines rasch zu gehen.

Zur Vergleichung gebe ich die Peripherien an den Versuchsstellen der beiden Extremitäten.

Tabelle I.

Peripherien in Centimeter.

links	rechts	Versuchsstellen
37	50,5	Oberschenkel Mitte
30	37	Oberschenkel unten
26	31,5	Unterschenkel oben
21	22	Unterschenkel unten
22,5	24	Fussrücken

Die Länge beider Extremitäten beträgt in Cm.:

	links	rechts
Länge des ganzen Beins	76	82
Länge des Oberschenkels	38	43
Länge des Unterschenkels	38	39
Innerer Knöchel bis Zehenspitze	19	20

Die verschiedene Länge beider Beine wird ziemlich ausgeglichen durch eine enorme Beckenverschiebung.

Entfernungen der Versuchspunkte von den Gelenken in Cm.:

Oberschenkel Mitte bis Kniegelenk	26
Oberschenkel unten bis Kniegelenk	10
Unterschenkel oben bis Kniegelenk	6
Unterschenkel unten bis Fussgelenk	5
Fussrücken Mitte bis Mall. int.	8

Die Versuche selbst wurden gemacht nach der Methode der richtigen und falschen Fälle mit Nadelpaaren, die in bestimmtem Abstand auf Brettchen befestigt waren. Die Nadeln wurden senkrecht aufgesetzt zur Längsachse des Beins auf der Aussenseite der

Digitized by Google

Extremitäten, und Pelzle hatte anzugeben, ob er eine zweifache Berührung zweifach oder einfach oder unentschieden wahrnahm, und ebenso entsprechend die einfachen Berührungen als Vexirversuche.

Die erforderlichen Abstände der Nadeln an den einzelnen Stellen wurden durch vorläufige Versuche gefunden. Es wurden an jeder Stelle 3 Abstände gewählt: der grösste Abstand wo möglich etwas unter der Entfernung, die fast immer als Doppelempfindung richtig erkannt wurde; der kleinste Abstand so, dass etwas über die Hälfte der Entscheidungen richtig ausfallen musste; zwischen beiden wurde noch die Mitte genommen; endlich Abstand 0, indem nur mit einer Nadelspitze berührt wurde.

Da die beiden Beine ungleich dick sind an den verschiedenen Stellen und es ein ziemlicher Unterschied ist zwischen dem Bogen, der zu einer gleich grossen Sehne in einem kleineren Kreis gehört, und zwischen dem in einem grösseren Kreis — mit anderen Worten: der entsprechende Bogen wird im kleineren Kreis immer grösser sein als im grösseren und ebenso am dünneren Bein grösser als am dickeren —, so gebe ich im Folgenden eine Zusammenstellung der wirklichen Abstände oder der Abstände in Bogen, welche an den einzelnen Stellen genommen wurden, neben den Abständen in gerader Linie.

Tabelle II.

Versuchsstellen	Abstand in gerader Linie			Abstand in Bogen oder wirklicher in Mm.	
	Par. Lin.		Mm.	linke Seite	rechte Seite
Trochanter major	28	=	63	66	63
	24	=	54	56	55
	20	=	45	46	46
Oberschenkel Mitte . . .	20	=	45	47	47
	16	=	36	37	37
	14	=	32	33	33
Oberschenkel unten . . .	14	=	32	32	32
	12	=	27	28,5	27,5
	10	=	22,3	23	22,7
Unterschenkel oben . . .	18	=	40,7	45	44
	16	=	36	41	38
	14	=	32	35	33,3

Digitized by Google

Tabelle II. (Fortsetzung.)

Versuchsstellen	Abstand in gerader Linie			Abstand in Bogen oder wirklicher in Mm.	
	Par. Lin.		Mm.	linke Seite	rechte Seite
Unterschenkel unten . . .	16	=	36	40	40
	14	=	32	34	34
	12	=	27	29	29
Fussrücken Mitte	10	=	22,3	24	23
	8	=	18,4	19,8	19
	6	=	13,3	14	14

Die Versuche selbst betreffend, schien es nothwendig, Pelzle erst ordentlich einzuüben; deswegen wurde die erste Reihe von Versuchen an den einzelnen Stellen ganz weggelassen, im Ganzen 2185 Einübungsversuche. Diesen folgten sodann 9014 definitive Versuche nach.

Die Versuche fielen in die Zeit vom 14. November 1879 bis 24. Februar 1880 mit 50 Versuchstagen.

In der folgenden Tabelle gebe ich eine Zusammenstellung der Versuche an den einzelnen Bezirken. Die Zahlen sind der Vergleichung wegen in Procentwerthe umgerechnet; z. B. in der ersten Reihe bei Abstand 28 am Trochanter major bedeutet 76,5, dass in 76,5 Fällen von 100 richtig eine Doppelberührung empfunden wurde. Zugleich ist angegeben die absolute Zahl der Versuche, z. B. mit dem Abstand 28 an dieser Stelle = 166 und dann endlich unten die Gesammtzahl der an einer Körperstelle ausgeführten Versuche, also in unserem Beispiel = 597.

Tabelle III.

Zusammenstellung der Versuche.

	Linke Seite					Rechte Seite				
	Abstand in Pariser Linien	zweifach empfunden in %	einfach empfunden in %	unentschieden in %	absolute Zahl der Versuche	Abstand in Pariser Linien	zweifach empfunden in %	einfach empfunden in %	unentschieden in %	absolute Zahl der Versuche
Trochanter major	28	76,5	16,87	6,68	166	28	64,13	22,06	13,79	145
	24	62,14	27,14	10,71	140	24	69,28	23,57	7,143	140
	20	51,5151	39,3939	9,3939	165	20	58,57	35	6,429	140
	0	11,11	76,19	12,69	126	0	18,8	69,17	12,79	133
					S = 597					S = 558

Digitized by Google

Tabelle III. (Fortsetzung.)

	Linke Seite					Rechte Seite				
	Abstand in Pariser Linien	zweifach empfunden in %	einfach empfunden in %	unentschieden in %	absolute Zahl der Versuche	Abstand in Pariser Linien	zweifach empfunden in %	einfach empfunden in %	unentschieden in %	absolute Zahl der Versuche
Oberschenkel Mitte	20	78,6	12,86	8,572	140	20	54,49	32,42	13,11	145
	16	65,72	30	4,286	140	16	48,28	39,31	12,41	145
	14	60	33,58	6,429	140	14	53,01	36,56	10,59	145
	0	11,41	82,47	6,141	114	0	30,92	55,92	12,5	152
					S = 534					S = 587
Oberschenkel unten	14	76,43	14,29	9,286	140	14	64,14	26,9	8,965	145
	12	65	25	10	140	12	58,62	32,39	8,965	145
	10	61,43	27,15	11,42	140	10	55,17	33,79	11,04	145
	0	34,25	58,91	6,85	146	0	28,8	65,6	5,731	125
					S = 566					S = 560
Unterschenkel oben	18	86,67	8	5,334	150	18	74,48	19,31	6,207	145
	16	81,38	13,8	4,828	145	16	68,28	26,21	5,517	145
	14	71,72	20	8,276	145	14	60,69	33,79	5,517	145
	0	21,71	70,54	7,752	129	0	26,88	59,38	13,75	160
					S = 569					S = 595
Unterschenkel unten	16	79,31	18,62	2,069	145	16	82,07	11,73	6,207	145
	14	65,34	30	4,667	150	14	75,87	17,24	6,897	145
	12	63,45	30,34	6,207	145	12	64,83	29,66	5,581	145
	0	24,32	72,3	3,379	148	0	12,04	82,41	5,556	108
					S = 588					S = 543
Fussrücken Mitte	10	90,44	6,618	2,941	136	10	82,67	10	7,33	150
	8	71,85	19,26	8,889	135	8	70,83	20	9,17	120
	6	65,19	30,37	4,445	135	6	62,07	31,72	6,12	145
	0	19,84	73,02	7,143	126	0	34,67	57,33	8	150
					S = 532					S = 565
Fussohle Mitte	8	92,41	2,768	4,83	145	8	72,14	20,71	7,14	140
	7	77,14	17,86	5	140	7	66,90	27,59	5,52	145
	6	71,43	20	8,57	140	6	54,81	38,52	6,67	135
	0	18,63	75,86	5,517	145	0	19,26	76,30	4,44	135
					S = 590					S = 555
Grosse Zehe Spitze	4	94,82	3,704	1,482	135	4	78,57	13,57	7,81	140
	3	60,71	35,72	3,572	140	3	46,06	44,85	9,09	165
	2	44,83	52,41	2,769	145	2	40,00	49,29	10,71	140
	0	13,64	80,91	5,455	110	0	16	75	9	100
					S = 530					S = 545

Digitized by Google

In der folgenden Zusammenstellung habe ich aus den gefundenen Procentzahlen der richtig erkannten Doppelempfindungen und den gebrauchten Nadelabständen in Millimeter nach der Curve, welche Prof. Vierordt in der 5. Auflage seiner Physiologie S. 316 gegeben hat, diejenigen minimalen Reizgrössen berechnet, welche in allen Fällen an den einzelnen Versuchsstellen richtig erkannt werden, und zwar wurden diese in zweierlei Weise berechnet: das eine Mal zählte ich zu den richtigen Fällen auch noch die Hälfte der unentschiedenen Fälle, das zweite Mal wurden bloss die richtigen Fälle für sich genommen.

Tabelle IV.

Minimale Reizgrössen für die einzelnen Hautstellen.

I. Nach der Rechnung: Richtige Fälle + 1/2 unentschieden.

Versuchsstellen	linke Seite	rechte Seite
Trochanter major . . .	101,63	99,4
Oberschenkel Mitte . .	67,79	80,41
Oberschenkel unten . .	47,92	52,43
Unterschenkel oben . .	59,82	67,9
Unterschenkel unten . .	59,63	55,23
Fussrücken Mitte . . .	29,7	30,4
Fusssohle Mitte . . .	22,8	28,56
Grosse Zehe Spitze . .	11,58	13,03

II. Richtige Fälle allein gerechnet.

Versuchsstellen	linke Seite	rechte Seite
Trochanter major . . .	113,8	104,73
Oberschenkel Mitte . .	70,71	86,22
Oberschenkel unten . .	50,97	55,3
Unterschenkel oben . .	63,01	70,23
Unterschenkel unten .	61,73	57,73
Fussrücken Mitte . . .	31,03	32,03
Fusssohle Mitte . . .	23,96	29,76
Grosse Zehe Spitze . .	11,76	14,16

Das linke steife Bein fühlt also nach obigen Tabellen im Allgemeinen feiner als das rechte. Wenn auch die grösseren wirklichen Abstände von Tab. II, die meist am linken Bein genommen wurden, berücksichtigt werden, so bleibt doch noch ein Ueberschuss

Digitized by Google

von Feinheit auf Seiten des linken Beins; zudem gibt es auch Stellen, z. B. Oberschenkel Mitte, wo die wirklichen Abstände auf beiden Seiten die gleichen sind, und doch ist ein enormer Unterschied in der Empfindung gerade hier zwischen beiden Beinen zu Gunsten des linken.

Man könnte auf den ersten Blick in dieser Thatsache eine Bestätigung der Weber'schen Theorie der Empfindungskreise finden und dieselbe einfach so erklären: durch die Schrumpfung der Muskeln und dadurch secundär der Haut wären die Empfindungskreise kleiner geworden und in einer gleichen Fläche wären mehr solcher Kreise jetzt vorhanden, daher das feinere Gefühl. Dagegen spricht aber schon der Umstand, dass 1. die Zunahme der Raumsinnsleistungen des kranken Beins in keinem Verhältniss zur Abnahme seines Hautareals steht, und 2. dass an der Zehenspitze der kranken Seite der Raumsinn wiederum sehr merklich feiner ist, obschon dieselbe an Areal nichts eingebüsst hat.

Die nächstfolgende Tabelle soll diese Verhältnisse übersichtlicher machen. Die Peripherien der einzelnen Versuchsstellen sind zunächst in absoluten Werthen (aus Tab. I) in die Rubriken a und b übertragen, während die Rubriken c und d die Vergleichswerthe geben, wobei die des kranken Beins = 100 gesetzt wurden. Endlich geben die Rubriken e und f die gefundenen Raumsinnswerthe der Tab. IV (I.), jedoch in Vergleichszahlen, wobei wiederum die der kranken Seite entsprechenden = 100 gesetzt wurden. Man sieht, dass die Werthe $\frac{c}{d}$ und $\frac{e}{f}$ jeder einzelnen Versuchslocalität sich keineswegs entsprechen.

Tabelle V.

Versuchsstellen	Peripherien absolute Werthe		Peripherien relative Werthe		Tab. IV (I.) relative Werthe	
	a	b	c	d	e	f
Oberschenkel Mitte .	37	50,0	100	136	100	119
Oberschenkel unten .	30	37	100	123	100	109
Unterschenkel oben .	26	31,5	100	121	100	114
Unterschenkel unten .	21	22	100	105	100	92
Fussrücken Mitte . .	22,5	24	100	107	100	102
Zehe Spitze	kein Unterschied		100	100	100	112

Digitized by Google

Die Feinheit des Raumsinns nimmt auch auf der kranken Seite im Grossen und Ganzen zu vom Trochanter gegen die Fussspitze, wie es auch frühere Versuche von Paulus und Riecker ergeben haben.

Um die an Normalen gemachten Versuche mit meinen Versuchen indirect zu vergleichen, ist Tab. VI angefertigt. (Absolute Werthe sind die minimalen Abstände in Millimeter, die immer doppelt empfunden werden.)

Tabelle VI.

Versuchsstellen	Messungen von Riecker und Paulus		Meine Messungen [aus Tab. IV (I.)] in Vergleichswerthen	
	absolute Werthe	Vergleichs-Werthe	linke Seite	rechte Seite
Trochanter major . . .	72,5	= 100	100	100
Oberschenkel Mitte . .	55	= 76	67	81
Oberschenkel unten . .	32	= 44	47	52
Unterschenkel oben . .	35,6	= 49	59	68
Unterschenkel unten . .	31,5	= 43	59	55
Fussrücken Mitte . . .	26,0	= 36	29	30
Grosse Zebe Spitze . .	13,0	= 18	11	13

Beim Vergleich der zweiten Rubrik von Tab. VI mit der vierten ergibt sich eine ziemlich grosse Uebereinstimmung, namentlich auch die Thatsache, dass die obere Partie des Unterschenkels etwas schlechter tastet als die untere des Oberschenkels, ferner dass die Werthe an den zwei Localitäten des Unterschenkels nicht bedeutend differiren.

Ich ging an meine Versuche in der Voraussetzung, dass im Wesentlichen die Bedingungen der Entwicklung des Tastsinns auf beiden Seiten dieselben wären, mit Ausnahme der durch die Knieanchylose eingeführten Abänderungen im Gebrauch des linken Beins. Das Versuchsindividuum ist Schuhmacher, betreibt aber das Geschäft nur nebenher und hält sich viel auf der Strasse und dem Felde auf, kurz er gebraucht seine Beine sehr viel als Gehwerkzeuge. Beim Sitzen wird das gesunde Bein viel häufiger und umfänglicher bewegt.

Aus der Verschiedenheit der beiderseitigen Bewegungen kann die Bevorzugung des Raumsinns der kranken Seite demnach nicht erklärt werden; es wäre ja in unserem Fall eine grössere Leistungsfähigkeit der gesunden Seite zu erweisen gewesen. —

Digitized by Google

Nach Abschluss meiner Tastversuche machte ich auch einige Beobachtungen über den Drucksinn des Patienten. Die Versuche wurden so angestellt, dass verschiedene Gewichte von 1—5 Pfd. an gleichen Stellen beider Beine zu gleicher Zeit aufgelegt wurden (natürlich hatten die Gewichte gleiche Ausdehnung auf ihrer Bodenfläche), und Pelzle hatte anzugeben, auf welcher Seite er es schwerer fühle. Auch hier ergab sich eine grössere Empfindlichkeit des linken Beins gegen Druck. Wurden z. B. gleiche Gewichte auf beiden Beinen zu gleicher Zeit aufgelegt, etwa über dem Knie am Oberschenkel, so fühlt sehr vielfach das linke Bein einen grösseren Druck als das rechte.

Ich gebe nur einige Zahlen.

Bei 40 Versuchen mit dem Gewichtsverhältniss 2 Pfd. zu 2 Pfd. wurde es in 21 Fällen schwerer links empfunden und in 19 Fällen gleich.

Anzahl der Versuche	Gewichts-verhältniss	Anzahl der Fälle		
		schwerer links	gleich	schwerer rechts
40	2 : 2	21	19	0
40	3 : 3	36	3	1
25	4 : 4	21	3	1

Indessen wurden nur 275 solche Versuche angestellt.

Versuche mit der Temperatur und Vergleichung beider Beine auf diese Weise gaben kein Resultat. Uebrigens wird wohl auch hier der Unterschied bestehen, dass das linke Bein empfindlicher ist, da nach der Angabe des Patienten er z. B. Winters in seinem kranken Bein die Kälte viel stärker empfindet als in seinem gesunden.

Demnach sind die Drucksinnsleistungen, vielleicht auch die des Wärmesinns, auf der kranken Seite grösser als auf der gesunden, so dass an die directe Vergleichung der beiderseitigen Raumsinnsleistungen und die Erklärung der letzteren aus der Verschiedenheit des Gebrauchs beider Beine nicht gedacht werden kann.

Digitized by Google

Respirationsversuche am schlafenden Menschen.

Von

Dr. L. Lewin,

Assistenten am pharmakologischen Institute zu Berlin.

(Aus dem physiologischen Institute zu München.)

Die fünf Versuche über die Kohlensäureausscheidung und die Sauerstoffaufnahme beim schlafenden Menschen, deren Resultate ich hiermit veröffentliche, wurden von mir schon vor mehreren Jahren (1877) unter der Leitung von Prof. Voit mittels des grossen Pettenkofer'schen Athemapparates ausgeführt.

Pettenkofer und Voit[1]) hatten bei ihren beiden ersten Versuchen am Menschen zu finden geglaubt, dass in den 12 Nachtstunden, namentlich nach einem Arbeitstage, trotz geringerer Kohlensäureabgabe wesentlich mehr Sauerstoff aufgenommen werde als in den 12 Tagesstunden, und ferner dass unter Tags ansehnlich mehr Sauerstoff in den Zersetzungsproducten entfernt werde als unterdess in den Körper eingetreten sei. Die beiden Forscher haben deshalb damals gemeint, es fände in der Nacht während des Schlafes eine beträchtliche Aufspeicherung von Sauerstoff statt, auf Kosten dessen sich dann während des Tages ein Theil der Oxydationen vollziehe.

Bei ihren späteren zahlreichen Versuchen[2]) hat sich nun diese bedeutende Verschiedenheit in der Aufnahme und im Verbrauch des Sauerstoffs nicht mehr gefunden, obwohl unter mancherlei Umständen eine geringe Verschiebung in der Zeit der Einnahme des

---

1) Pettenkofer u. Voit: Sitzungsber. d. k. b. Akad. d. Wissensch., math.-physik. Klasse, 10. November 1866.

2) Pettenkofer u. Voit: Ztschr. f. Biologie 1866 Bd. 2 S. 552.

Digitized by Google

Sauerstoffs und der Wiederausscheidung desselben in der Form von Kohlensäure besteht, also in der That Sauerstoff in kleiner Menge, entweder als solcher oder in sauerstoffreicheren Zerfallproducten, im Körper während einer gewissen Zeit aufgespeichert werden kann.

Prof. Voit[1]) hat dargethan, dass die Angaben jener beiden ersten Versuche über den Sauerstoffconsum in der Tag- und Nachthälfte wegen eines Uebersehens in der Berechnung unrichtig sind.

Da bei den früheren Versuchen der Mensch nicht während der 12 Nachtstunden schlief, sondern nur während eines Theils derselben, so war es von Bedeutung zu prüfen, wie sich die Sauerstoffeinnahme und die Kohlensäureausscheidung sowie das Verhältniss des aufgenommenen zu dem in der Kohlensäure enthaltenen Sauerstoffs (d. i. der respiratorische Quotient) gestaltet bei Versuchen, bei welchen der Mensch während der ganzen Zeit schlafend zubringt.

Es ist von Prof. Voit[2]) schon eingehend erörtert worden, unter welchen Umständen der respiratorische Quotient sich ändert und welche Schlüsse auf die Zersetzungen im Thierkörper daraus gezogen werden können. Es kömmt darnach vor allem darauf an, welche Stoffe und welche Mengen derselben in der betreffenden Zeit in Zerfall gerathen und wie weit ihre Spaltung unter Sauerstoffaufnahme während der Versuchszeit vor sich geht.

Wenn ausschliesslich Eiweiss bis zu den letzten Ausscheidungsproducten zersetzt wird, so stellt sich der respiratorische Quotient, nach Abzug des Stickstoffs als Harnstoff, zu 83, bei alleiniger Zersetzung von Fett zu 73, für die Kohlehydrate zu 100. Aber es kann auch die Zersetzung eines Stoffes noch nicht völlig abgelaufen sein und gewisse Zerfallproducte desselben einige Zeit auf einer höheren Stufe stehen bleiben. In diesem Falle wächst der Quotient, wenn an Kohlenstoff und Wasserstoff reiche Stoffe wie z. B. aus Eiweiss abgespaltenes Fett unzersetzt bleiben, oder wasserstoffreiche Gase z. B. Grubengas, Wasserstoffgas etc. entleert werden, oder Zersetzungsproducte, welche vorher bei ihrem Entstehen Sauerstoffgas aufgenommen hatten, der weiteren Oxydation verfallen; es wird dagegen der Quotient kleiner, wenn Sauerstoff aufgespeichert wird

1) Voit: Ztschr. f. Biologie 1878 Bd. 14 S. 120.

2) a. a. O. S. 124.

Digitized by Google

oder sich zeitweilig Producte ablagern, welche schon Sauerstoff in Anspruch genommen haben.

Im tiefen Winterschlafe wird vom Murmelthier beträchtlich mehr Sauerstoff eingenommen als in der ausgeschiedenen Kohlensäure enthalten ist, so dass der respiratorische Quotient bis auf 33 herabsinkt; es rührt dies wahrscheinlich von der Ansammlung noch nicht völlig oxydirter Zerfallproducte, z. B. von Glycogen, her, zu deren Bildung schon Sauerstoff verbraucht worden ist. Im Gegensatz dazu findet sich im Chloralschlafe und der Morphiumnarkose beim Hunde bei sehr geringer Kohlensäureausscheidung und Sauerstoffaufnahme (ohne Zufuhr von Kohlehydraten) ein höherer Quotient als normal [1]), ebenso nach den früheren Versuchen beim schlafenden Menschen nach tüchtiger Arbeit unter Tags und nach reichlicher Eiweissaufnahme [2]). Es kann dies nur davon herrühren, dass das aus dem Eiweiss abgespaltene Fett bei der Ruhe während des Schlafes nicht weiter angegriffen und daher unzersetzt abgelagert wird.

Es frägt sich also jetzt, wie sich beim schlafenden Menschen, wenn der Schlaf während der ganzen Versuchszeit währt, der Gasaustausch stellt. Ich habe zu dem Zwecke die folgenden fünf Versuche unter verschiedenen Umständen an einem gesunden robusten Arbeiter von 76 kg Körpergewicht gemacht.

1. Versuch. 18. November 1877.

Unter Tags vor dem abendlichen Schlafversuch erhielt der Mann gemischte Kost, nämlich Morgens: Kaffee mit Brod, Mittags ½12 Uhr: Suppe mit 2 Bratwürsten, dann Kalbsbraten mit ½ Liter Bier. Die letzte Mahlzeit fand also 10 Stunden vor Beginn des Versuchs statt. Der Mann will in der Nacht viel geträumt haben.

Beginn des Versuchs	9 h 56,5′
Ende des Versuchs	5 h 58,5′
Dauer des Versuchs	8 h 2′

Abnahme des Körpergewichts	210,0 g
Kohlensäure im Athem	208,5
Wasser im Athem	184,5
Sauerstoff aufgenommen	182,6
Harnmenge	576,3
Stickstoff im Harn	5,51

1) Voit: Ztschr. f. Biologie 1878 Bd. 14 S. 127. — Bauer u. Boeck: Ztschr. f. Biologie 1874 Bd. 10 S. 344.

2) Pettenkofer u. Voit: Ztschr. f. Biologie 1866 Bd. 2 S. 546.

Digitized by Google

2. Versuch. 25. November 1877.

Unter Tags vor dem Schlafversuche erhielt der Mann gemischte Nahrung, nämlich Morgens: Kaffee mit Brod, Mittags: Suppe und Braten mit ½ Liter Bier. Die letzte Mahlzeit fand 10 Stunden vor Beginn des Versuchs statt. Der Mann schlief gut; kurz vor Eintritt in das Zimmer des Respirationsapparates hatte er einmaliges starkes Erbrechen, wobei noch ein Theil des zu Mittag Gegessenen entfernt wurde.

Beginn des Versuchs	9ʰ 50′
Ende des Versuchs	6ʰ 11,5′
Dauer des Versuchs	8ʰ 21,5′

Abnahme des Körpergewichts	245,0ᵍ
Kohlensäure im Athem	227,1
Wasser im Athem	272,0
Sauerstoff aufgenommen	254,1
Harnmenge	249,9
Stickstoff im Harn	4,30

3. Versuch. 8. December 1877.

Unter Tags vor dem Schlafversuche bekam der Mann in den Speisen keine Kohlehydrate; er erhielt Morgens: Kaffee ohne Zucker und ohne Brod, Mittags ½12 Uhr: Bouillon mit 2 Bratwürsten und Kalbsbraten mit ½ Liter Bier. Die letzte Mahlzeit fand 10 Stunden vor Beginn des Versuchs statt. Der Mann hat in der Nacht viel geträumt und somit nicht sehr fest geschlafen.

Beginn des Versuchs	9ʰ 37′
Ende des Versuchs	6ʰ 11′
Dauer des Versuchs	8ʰ 34′

Abnahme des Körpergewichts	260,0ᵍ
Kohlensäure im Athem	220,3
Wasser im Athem	245,9
Sauerstoff aufgenommen	206,2
Harnmenge	264,7
Stickstoff im Harn	3,70

4. Versuch. 16. December 1877.

Unter Tags vor dem Schlafversuche erhielt der Mann in den Speisen abermals keine Kohlehydrate; er verzehrte Morgens: Kaffee ohne Zucker und ohne Brod, zu Mittags: Bouillon mit 2 Bratwürsten, dann Kalbsbraten mit ½ Liter Bier, zu Abends: eine Portion Kalbsbraten. Die letzte Mahlzeit wurde direct vor dem Eintreten in den Athemapparat aufgenommen. Der Mann hat gut geschlafen und nicht geträumt.

Beginn des Versuchs	9ʰ 29′
Ende des Versuchs	6ʰ 13′
Dauer des Versuchs	8ʰ 44′

Digitized by Google

Abnahme des Körpergewichts	270,0^g
Kohlensäure im Athem	243,0
Wasser im Athem	271,6
Sauerstoff aufgenommen	264,6
Harnmenge	334,5
Stickstoff im Harn	6,54

5. Versuch. 22. December 1877.

Unter Tags vor dem Schlafversuche erhielt der Mann diesmal keine Nahrung, er hat somit die letzte Mahlzeit 24 Stunden vor Beginn des Versuchs eingenommen, so dass er sich während des letzteren in vollem Hungerzustande befand. Der Mann gab an, während des Versuchs gut geschlafen, aber geträumt zu haben.

Beginn des Versuchs	9^h 25,5′
Ende des Versuchs	6^h 6′
Dauer des Versuchs	8^h 40,5′

Abnahme des Körpergewichts	290,0^g
Kohlensäure im Athem	236,1
Wasser im Athem	275,1
Sauerstoff aufgenommen	221,2
Harnmenge	204,8
Stickstoff im Harn	2,77

Um die erhaltenen Werthe besser vergleichen zu können, berechne ich sie alle auf die Zeit von 10 Stunden; es ergibt sich darnach:

	1.	2.	3.	4.	5.
Abnahme des Körpergewichts	261,4	293,1	303,5	309,2	334,3
Kohlensäure im Athem	259,5	271,6	257,2	278,3	272,2
Wasser im Athem	229,3	325,4	287,0	311,0	317,1
Sauerstoff aufgenommen	227,4	303,9	240,7	303,0	255,0
Harnmenge	717,4	298,4	309,0	383,0	236,1
Stickstoff im Harn	6,86	5,14	4,31	7,49	3,19
respiratorischer Quotient	83,0	65,0	77,7	66,8	77,6

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass die Kohlensäureausscheidung während des Schlafes in der Nacht wenig schwankend ist, von 257 bis 278^g d. i. um 8%; sie ist am höchsten in dem Versuche (Nr. 4), bei welchem Abends vor dem Eintreten in den Athemraum noch eine Mahlzeit (Kalbsbraten) eingenommen, also während der Nacht verdaut wurde. Die Menge der Kohlensäure, im Mittel für 10 Stunden 268^g und für 12 Stunden 321^g, ist die nämliche wie

Digitized by Google

bei dem von Pettenkofer und Voit beobachteten hungernden Mann während der 12 Nachtstunden. Nur nach anstrengender Arbeit ist die Quantität derselben, des festeren Schlafes halber, noch geringer.

Die Abscheidung des dampfförmigen Wassers durch Haut und Lunge zeigt nicht unbeträchtliche Differenzen, von 229 bis 325 g (42 %); sie war höher an den Tagen, an welchen der Schlaf ein fester und guter war, offenbar wegen der grösseren Wasserverdunstung an der Haut in Folge der Ausdehnung der Gefässe derselben.

Die Sauerstoffaufnahme verhält sich im Allgemeinen wie die Kohlensäureausscheidung; die Differenzen in derselben sind aber grösser als bei letzterer, von 227 bis 304 g, sie betragen also 34 %. Dadurch treten Verschiebungen ein, so dass der respiratorische Quotient Schwankungen von 65 bis 83 zeigt. Da bei ausschliesslicher und völliger Zersetzung von Eiweiss der Quotient 83 beträgt, bei völliger und alleiniger Oxydation von Fett 73, so sollte sich, weil beim Hunger vorzüglich Eiweiss und Fett zersetzt wird, der Quotient zwischen den Werthen 73 und 83, je nachdem mehr Eiweiss oder mehr Fett in Zerfall gerathen ist, bewegen.

In den Versuchen Nr. 3 und 5 ist dies auch der Fall. Auch der Quotient 83 in Versuch Nr. 1 ist nicht auffallend, vorzüglich dann nicht, wenn von der gemischten kohlehydrathaltigen Kost vom Mittag noch Rückstände im Darm sich befanden, welche im Versuch Nr. 2 durch das Erbrechen entfernt wurden; der hohe Quotient könnte aber auch durch die reichliche Zersetzung von Eiweiss bei diesem Versuche bedingt sein. Die niederen Werthe des Quotienten (65 und 67) in den Versuchen Nr. 2 und 4 können, da sie nicht auf unvermeidliche Fehler in der Sauerstoffbestimmung zurückzuführen sind, nur von einer Ansammlung von Sauerstoff oder von sauerstoffreichen Zwischenproducten während des Schlafes, z. B. von Glycogen, Zucker etc., herrühren. Auch bei den Versuchen von Pettenkofer und Voit (a. a. O. S. 546) wurde in zwei Fällen während der Nacht diese Zahl erreicht.

Die Abweichungen vom mittleren Quotienten sind jedoch bei meinen Versuchen keinesfalls beträchtlich, so dass während des Schlafes für gewöhnlich weder eine erhebliche Aufspeicherung von

Digitized by Google

Sauerstoff wie beim schlafenden Murmelthier, noch eine Abgabe von vorher aufgespeichertem stattfindet, also im Grossen Ganzen auch hier die einmal angegriffenen Moleküle völlig bis in die letzten Ausscheidungsproducte zerfallen.

Die aus der Stickstoffausscheidung im Harn gemessene Eiweisszersetzung war während der Nachtstunden sehr verschieden; sie lieferte, für 12 Stunden berechnet, 8—19 g Harnstoff. Sie war am höchsten im Versuch Nr. 1 und im Versuch Nr. 4, bei welchem letzteren vor dem Schlafengehen eine Portion Kalbsbraten verzehrt worden war, und am geringsten im Versuch Nr. 5, wo vorher während 24 Stunden keine Nahrung eingenommen wurde.

Nimmt man an, dass während der 10 Nachtstunden nur Eiweiss und Fett zerstört worden ist, so berechnet sich für sie ein Verbrauch von:

	1.	2.	3.	4.	5.
trockenem Fleisch	48,6	36,4	30,5	53,1	21,9
Fett	65,5	76,6	74,6	69,5	84,7
Verhältniss von Fleisch zu Fett wie 100 zu	135	210	244	131	387

Es wird also auch hier, wie es schon bei anderen Versuchen von Pettenkofer und Voit gefunden worden ist, bei grösserer Eiweisszersetzung weniger Fett zerstört, so dass das Verhältniss des zersetzten Fleisches zu dem zersetzten Fett mit der Abnahme des Fleischverbrauchs wächst. Es ist endlich aus den erhaltenen Resultaten abermals deutlich ersichtlich, dass weder die Kohlensäureausscheidung für sich allein, noch die Sauerstoffaufnahme, noch die Stickstoffabgabe ein Maass des Stoffwechsels liefert, sondern dies nur durch die Untersuchung der Gesammtzersetzung im Körper gewonnen werden kann.

Digitized by Google

Liebig's Methode der Harnstofftitrirung und ihre Modificationen.

(Zur Abwehr gegen die Angriffe von Prof. E. Pflüger in Bonn.)

Von

Dr. Max Gruber.

(Aus dem physiologischen Institute in München.)

Vor ungefähr einem Jahre veröffentlichte E. Pflüger eine Abhandlung „über die quantitative Bestimmung des Harnstoffs"[1]) durch salpetersaures Quecksilberoxyd. Er verkündete darin, dass alle bisherigen Titrirungen des Harnstoffs nach dieser von Liebig angegebenen Methode fehlerhaft seien, die Fehler betrügen 14% und mehr, alle auf diese Harnstoffbestimmungen gegründeten Schlüsse über Stoffwechselvorgänge bedürften daher der Revision. Ferner gab er mehrere Modificationen der Liebig'schen Methode an, welche die Harnstoffbestimmung ausserordentlich genau machen sollten.

Ohne mich auf eine Kritik der Pflüger'schen Neuerungen, seiner Annahmen und Erklärungen, so lockend dieselbe erschien, einzulassen, wies ich in meiner kleinen Abhandlung „Ueber den Einfluss des Borax auf die Eiweisszersetzung im Organismus"[2]) seinen Vorwurf bezüglich des im hiesigen Laboratorium geübten Verfahrens zurück, indem ich in kurzen Worten zeigte, dass und wie die von Pflüger mit Recht betonte Fehlerquelle vermieden werde. Diese 23 Zeilen lange Abwehr veranlasste Pflüger zu einer besondern, 23 Seiten langen Abhandlung: „Kritische und ex-

1) Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 21 S. 248.

2) Ztschr. f. Biologie Bd. 16 S. 198.

Digitized by Google

perimentelle Beiträge zur Titration des Harnstoffs" [1]), in welcher er aus meinen eigenen Worten die totale Fehlerhaftigkeit unseres Verfahrens beweisen will und zu zeigen sucht, dass Voit bei seinen Stoffwechselversuchen die Stickstoffausfuhr im Harn um ganz kolossale Mengen zu hoch bestimmt haben dürfte.

Nur der Name des Verfassers zwingt mich zu einer Erwiderung. Hätte nicht ein so angesehener Physiologe jene Kritik geschrieben, so könnte ich mich dabei beruhigen, dass Jeder auch ohne mein Zuthun die völlige Nichtigkeit derselben einsehen werde. So aber muss ich fürchten, dass auch ein an sich haltloser Einwand unter dem Eindrucke von Pflüger's Autorität und vielleicht noch mehr unter dem seines Pathos als berechtigt angesehen werden könnte, falls ich nicht Einspruch erhübe.

In der That ist Pflüger's Abhandlung ein solches Gewebe von Missverständnissen meiner Worte, dass alle Aufmerksamkeit dazu gehört, es zu entwirren. Und Mancher, der sich darüber klar geworden, könnte meinen, eine derartige Kritik könne nur mala fide geschrieben werden. Ich bin weit entfernt von einer solchen Annahme. Ich erkläre mir die Sache ganz anders. Pflüger hat jedenfalls ausserordentlich viel Zeit und Mühe auf die Ausbildung seines Verfahrens verwandt; er glaubte grosse Fehler der bisherigen Methode nachgewiesen und durch die Entdeckung seines eigenen Verfahrens eine neue Aera der Physiologie des Stoffwechsels eingeleitet zu haben. Nun sah er seine Angaben mit wenigen Worten abgewiesen. In seiner Erregung glaubte er, ein derartiger Versuch, ihn seines Verdienstes zu berauben, könne nicht schnell genug bestraft werden. Der den Ausspruch gethan hatte, hatte auf diesem Gebiete der Wissenschaft noch nichts geleistet; sein Name war Pflüger aller Wahrscheinlichkeit nach unbekannt, seine Abhandlung eine Schülerarbeit. Mit diesem Gegner hoffte Pflüger schnell fertig zu sein und nahm sich nicht Zeit zu ruhiger Ueberlegung.

Es ist ja eine bekannte Erfahrung, dass selbst der geistvollste Mann schwache Stunden, in welchen ihm etwas Menschliches begegnet, haben kann — quandoque bonus dormitat Homerus. Ich würde die Täuschungen, denen sich Pflüger hingegeben, auch

1) Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 23 S. 127.

Digitized by Google

in diesem Falle sicher nicht aufdecken, hätte er nicht die Genauigkeit der wissenschaftlichen Arbeit im hiesigen Institute mit ebensoviel Leichtsinn als Heftigkeit angegriffen und wäre es nicht zu wichtig, dass die Zuverlässigkeit der Forschungen Voit's über den Eiweissumsatz, sowie die von Pettenkofer und Voit über den Gesammtumsatz im Thierkörper endlich allgemein eingesehen werde.

Nur an einem einzigen Beispiele möchte ich dem Leser demonstriren, wie Pflüger Kritik übt, um ihm den Vergleich zwischen dem, was ich sagte, und dem, was Pflüger daraus machte, zu ermöglichen.

In seiner ersten Abhandlung stellte Pflüger die Forderung auf, dass die gesammte zu titrirende Flüssigkeit vor Entnahme der definitiven Probe mit kohlensaurem Natron neutralisirt werden müsse, und machte darauf aufmerksam, dass die Endreaction zu früh eintrete, wenn zu früh neutralisirt werde. Man müsse nahezu die ganze zur Ausfällung des Harnstoffs nöthige Menge des salpetersauren Quecksilberoxyds der Harnstofflösung zusetzen und dann erst und zwar nur einmal neutralisiren. Dies nannte er das „stetige“ Verfahren der Titrirung und behauptete, dass diese für die Richtigkeit der Titrirung entscheidenden Verhältnisse bisher unberücksichtigt geblieben seien.

Darauf erwiderte ich [1]: „Unter gewöhnlichen Verhältnissen, d. h. wenn nicht fremdartige Substanzen, Salze etc., gefüttert werden, gibt schon das spec. Gewicht des Harns einen Anhaltspunkt zur Beurtheilung der Harnstoffmenge in demselben. Man weiss daher nach einigen Titrirungen [2], wie viel Kubikcentimeter Quecksilberlösung man zur täglichen Probe sicher zufliessen lassen kann, ohne die Reactionsgrenze zu überschreiten. Diese Menge lässt man nun in einem Strahle zufliessen, neutralisirt und fährt nun alternirend mit dem Zusatze von Quecksilberlösung und kohlensaurem Natron fort, bis man die Grenze erreicht hat. Es handelt sich dabei stets nur um die letzten paar Kubikcentimeter. Ob man aber aus dem spec. Gewichte einen Schluss ziehen konnte oder nicht, wie ich es nicht konnte an den Tagen der Boraxfütterung: kein gewissenhafter Arbeiter wird sich auf die erste Titrirung, schon der Entnahme der zahlreichen

1) a. a. O. S. 199.

2) nämlich an vorhergehenden Tagen bei demselben Versuchsthier.

Digitized by Google

Tüpfelproben halber, verlassen, sondern er wird ein zweites und drittes Mal titriren und dabei natürlich nicht alternirend, sondern „stetig“ verfahren. Ganz in derselben Weise wird der Titer der Quecksilberlösung festgestellt.“

Ich glaube, dass diese kurze Auseinandersetzung so klar ist, dass sie bei einigem guten Willen, ja nur bei einiger Besonnenheit nicht missverstanden werden kann. Wie sie Pflüger verstanden hat, wollen wir an dem von ihm gegebenen Beispiele einer Titerstellung, angeblich nach meinem Verfahren, ersehen.

„Gesetzt“, schreibt Pflüger [1]), „Voit habe eine Lösung Quecksilbernitrat, die im Liter 71,48^{g} reines Quecksilber enthalte, d. h. so viel als Liebig verlangt, und von der 1^{ccm} = 10^{mg} Harnstoff, wenn man so verfährt, wie ich es beschrieben habe. Nehmen wir an, es sei der Titer dieser richtig gestellten Lösung dem Dr. Max Gruber resp. Voit unbekannt und werde nun nach der Voit'schen Methode gestellt. Wir lassen zu 10^{ccm} 2 proc. Harnstofflösung 17,3^{ccm} dieser Quecksilberlösung in einem Strahle fliessen, neutralisiren und fahren dann in dem Zusatze der Quecksilberlösung fort, bis der Index bei 18,2^{ccm} erscheint. Also [!] 18,2^{ccm} Quecksilberlösung = 0,2^{g} Harnstoff. 1^{ccm} Quecksilberlösung würde hiernach = 10,99 (statt 10,00)^{mg} Harnstoff sein (!). Voit sagt ja, dass bei seinen Lösungen 1^{ccm} nicht genau = 10^{mg} Harnstoff, sondern nur annähernd gestellt werde. Das von uns hier beim Stellen des Titers befolgte Verfahren ist das von Gruber vorgeschriebene (!). Denn beim Stellen der Lösung lässt man nach Gruber erst die Hauptmenge, dann nach Neutralisation der Hauptmenge die paar letzten Kubikcentimeter zufliessen. Die Unbestimmtheit des Ausdruckes „die paar letzten Kubikcentimeter“ besagt, dass es nach Max Gruber nicht darauf ankommt, dass es gerade 2 seien. Es ist offenbar erlaubt, dass es etwas mehr oder weniger als 2 seien; um wie viel es differiren darf, hängt von der Willkür eines Jeden ab. Ich habe bei obigem Beispiel für diese paar letzten Kubikcentimeter absichtlich nur 0,9^{ccm} gesetzt. Würde ich wirklich 2 genommen haben [in der That nimmt Pflüger 2,7^{ccm}], so wäre der resultirende

1) Kritik S. 135.

Digitized by Google

Fehler noch viel grösser geworden, was wir alsbald sehen werden. Also selbst heute, nachdem meine Arbeit über Harnstoffanalyse erschienen ist, weiss man in München noch nicht, dass bei einer genauen Stellung des Titers durchaus ganz scharf angegeben werden muss, wie viel die paar letzten Kubikcentimeter sind, d. h. in welchem Verhältnisse sie zur gesammten für die Ausfällung des Harnstoffs nothwendigen Quecksilberlösung stehen."

Es ist schrecklich, wie schwer das Volk begreift! Es ist selbst unfähig, das wieder zu construiren, was ihm Pflüger vorgemacht hat[1])! Er hat doch angegeben, wie seine Forderung zu erfüllen sei: Um die dem wirklichen Harnstoffgehalt einer Lösung entsprechende Anzahl (x) Kubikcentimeter Quecksilberlösung bis zur Endreaction zu verbrauchen, muss zur richtigen Zeit neutralisirt werden. Die richtige Zeit ergibt sich leicht; denn y, die Anzahl Kubikcentimeter Quecksilberlösung, die vor der Neutralisation zugesetzt werden müssen, verhalten sich zum Reste, $x - y$, wie 19,7 : 0,3. Ihr habt also die Gleichung:

$$y = \frac{(x - y)\ 19{,}7}{0{,}3};$$

jetzt titrirt!

Die Sache scheint so einfach, dass ich fast begreife, wie Pflüger kaum Worte findet, meine Unkenntniss und Ungeschicklichkeit genügend zu kennzeichnen; denn es will mir immer noch nicht glücken, wie er will, zu titriren.

Wie aber, wenn ich jetzt, ergriffen von seinen Exclamationen, an ihn die Bitte richte: es möge er das Kunststück vollbringen, durch eine Gleichung zwei Unbekannte zu bestimmen? Pflüger hat sich die Sache mir gegenüber recht leicht gemacht, wie dem aufmerksamen Leser seiner Kritik nicht entgangen sein wird.

Du arbeitest falsch, sagt er; ich richtig. Titriren wir, so wird sich's erweisen. Hier ist 2 proc. Harnstofflösung, hier eine Titerlösung von unbekanntem Gehalte.

Gut, denke ich, damit ich ja die Reactionsgrenze nicht überschreite, setze ich vorläufig nur 17,0^{ccm} zu. — Ganz falsch, ruft Pflüger. — Nun so setze ich eben beim zweiten Mal gleich mehr

1) Siehe Pflüger: Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 10 S. 273.

Digitized by Google

zu. — Schon verloren, sagt Pflüger, und macht sich jetzt selbst daran: nun geht's flott dahin! So viel Quecksilberlösung, so viel Normalsodalösung: 19,7 : 0,3; hier ist das richtige Resultat! — Es ist wirklich schön, wenn man's so kann; aber Geschwindigkeit ist keine Hexerei. Pflüger hat nämlich der Vorsicht halber ein Zettelchen in der Tasche, auf dem der Titer der Quecksilberlösung steht! Da kann er freilich sehr rasch und sicher operiren und sich dann recht überlegen fühlen, wenn ich mich plagen muss, das langsam auszuprobiren, was er im Flug getroffen. Aber darf denn Pflüger wirklich das von ihm beschriebene für das von mir angewendete Verfahren zur Feststellung des Titers ausgeben? Sage ich nicht ausdrücklich: es wird zwei- und dreimal titrirt? Woher nimmt Pflüger das Recht, meine ausdrückliche Erklärung zu ignoriren? Es ist eine starke Zumuthung,. dass ich bei einem so wichtigen Geschäfte wie der Feststellung eines Titers mich mit einer einzigen Operation begnügen werde.

Wie ist denn der Vorgang nach meinem Verfahren in der That? Der gewöhnliche Fall wird wohl sein, dass ich den Quecksilbergehalt der zu titrirenden Lösung ziemlich genau kenne und daher sehr annähernd weiss, wie viel Kubikcentimeter ich zur Ausfällung von 10 ccm 2 proc. Harnstofflösung brauchen werde. Aber setzen wir den Ausnahmsfall, dass mir der Gehalt der Lösung völlig unbekannt sei. Um ja die Reactionsgrenze nicht zu überschreiten, setze ich nur 17,3 ccm zu, d. h. um 2,7 ccm und nicht, wie Pflüger sagt, um 0,9 ccm zu wenig. Die paar letzten Kubikcentimeter sind diesmal = — **2,7**, und Pflüger ist also nicht so gnädig, als er sich den Anschein gibt.

Er hat mich jedoch hierin ganz erstaunlich missverstanden.

Es geht aus meinen Worten, wie ich meine, klar hervor, dass ich das Hauptgewicht auf die zweite und dritte Titrirung lege. Nur diese behaupte ich, im Wesentlichen übereinstimmend mit Pflüger, auszuführen. Dass ich bei der ersten Titrirung gewöhnlich alternirend mit Zusatz von Quecksilberlösung und kohlensaurem Natron vorgehe und folglich dabei zu niedrige Resultate erhalte, weiss ich ja. Aber auch bei der ersten Titrirung, sage ich, werde ich sehr häufig schon annähernd richtige Zahlen erhalten, dann

Digitized by Google

nämlich, wenn ich schon vorher einen Anhaltspunkt zur Schätzung des wahrscheinlichen Verbrauchs von Quecksilberlösung habe. Aus dem spec. Gewicht des Harns z. B. kann ich den wahren Harnstoffgehalt desselben, daher die zur Herbeiführung der richtigen Endreaction nöthigen Kubikcentimeter Quecksilberlösung annähernd vorherbestimmen, und zwar bis auf die letzten paar Kubikcentimeter genau. Bei einer Titerlösung für Harnstoff kann ich vorherwissen, dass ich 19—21 ccm verbrauchen werde. Ich werde also sogleich mit dem Zusatze der Quecksilberlösung möglichst nahe an die Reactionsgrenze herangehen, vor der Titerlösung z. B. sogleich 19 ccm zusetzen, dann erst neutralisiren, dann weiter Quecksilberlösung zufliessen lassen. Erst nach Zusatz eines ganzen Kubikcentimeters wird wieder neutralisirt, also sehr häufig überhaupt nicht mehr. Das bedeuten die „letzten paar Kubikcentimeter". Pflüger aber gibt die unmögliche Deutung, ich wolle damit die Menge bezeichnen, die bei Neutralisation nach einem beliebigen Zusatze von Quecksilberlösung zur Herbeiführung einer scheinbaren Endreaction noch nöthig ist, worüber ich doch gar nichts vorherwissen kann! Ich muss gestehen, dass ich lange brauchte, um Pflüger's Meinung hierin zu verstehen. Während ich nur von jenen Fällen sprach, in denen ich schon vor der ersten Titrirung den Verbrauch der Quecksilberlösung annähernd vorherbestimmen kann, nimmt Pflüger den Fall, dass mir der Verbrauch an Quecksilberlösung vorher unbekannt sei, und setzt des langen und breiten aus einander, dass die erste Titrirung ein zu niedriges Resultat gebe, was ich von vorn herein zugestanden habe.

Kehren wir aber zu dem von ihm gegebenen Beispiele zurück. Bei Neutralisation nach dem Zusatze von 17,3 ccm erscheint die Endreaction fälschlich bei 18,2 ccm. „Kein gewissenhafter Arbeiter wird sich jedoch bei einer Tüpfelanalyse mit einer einzigen Titrirung begnügen." Ich halte dies trotz der Citate Pflüger's aufrecht. Es ist dies eine so allgemeine, schon dem Anfänger eingeschärfte Laboratoriumsregel, dass es nicht nöthig ist, sie bei Besprechung jeder einzelnen Methode insbesondere zu erwähnen. Es gehört eine absolute Unbekanntschaft mit den chemischen Hantirungen dazu, um darüber nur ein Wort zu verlieren.

Digitized by Google

Kein urtheilsfähiger Analytiker wird ferner, wenn er das erste Mal die Endreaction bei 18,2 ccm eintreten sah, bei der Wiederholung abermals bei 17 ccm zu neutralisiren beginnen, um so weniger, als ihm die höchst auffallende Erscheinung gar nicht entgehen kann, dass die Endreaction um so später erscheint, je später neutralisirt wird, bis sie endlich bei einem Punkte constant bleibt. Praxis und die allergewöhnlichste Beobachtungsgabe lehren eben jedem aufmerksamen Arbeiter das, was Pflüger für seine grosse Entdeckung hält.

Mein Ausspruch hat von einer Seite Bestätigung gefunden, von der ich sie nicht erwartete. Es passirte nämlich inzwischen ein komisches Intermezzo. Pflüger hat mit seinen Keulenschlägen Feind und Freund getroffen. H. Oppenheim[1]) führte unlängst im Laboratorium von Zuntz zur Beantwortung einer von der medicinischen Facultät in Bonn gestellten Preisfrage eine Reihe von Harnstofftitrirungen im Menschenharn aus. Da er Pflüger's Verfahren jedenfalls noch nicht kannte, hat Oppenheim in alter Weise titrirt. Seine ganze von der medicinischen Facultät mit dem Preise gekrönte Arbeit ist also nach Pflüger völlig werthlos. Oppenheim muss sich also rechtfertigen, und was bringt er zu seiner Rechtfertigung vor? Bei der Titerstellung habe er, entsprechend dem ihm annähernd bekannten Quecksilbergehalte, sogleich 19 ccm vor der Neutralisation zugesetzt. Ebenso habe er bei der Harntitrirung stets gleich 32—33 ccm vor der Neutralisation zufliessen lassen, nachdem er einmal ausprobirt hatte, dass dies ohne Gefahr geschehen könne. Bei der zweiten Titrirung habe er immer gleich 1 ccm mehr zugesetzt, als bei der ersten zur Herbeiführung der Endreaction nöthig war, da er beobachtet habe, dass bei der ersten Titrirung die Endreaction zu früh erscheine. So lange ihm der Gehalt des Harns unbekannt war, habe er häufig 3—4 Titrirungen ausgeführt, ehe er sich mit dem gewonnenen Resultate beruhigte.

Oppenheim sagt also genau dasselbe, was ich gesagt hatte; nur ist er so bescheiden, Zufall zu nennen, was ich mit Bedacht gethan zu haben behaupte. Bei der zweiten Titrirung werde ich

1) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 23 S. 446.

Digitized by Google

also sogleich 18,2 ccm zufliessen lassen und erst dann neutralisiren. Nun erscheint die Endreaction (immer nach Pflüger) bei 19,6 ccm. Man sieht, der Fehler ist nicht mehr gross; aber auch hiermit wird sich der Gewissenhafte nicht beruhigen. Die grosse Differenz der ersten und zweiten Titrirung wird ihm die erste als fehlerhaft zu erkennen geben. Bei einer neuen Probe wird er 19,5 oder 19,6 ccm zusetzen und wird überhaupt nicht früher die Titerstellung beenden, bevor die Endreaction nicht unverrückbar geworden ist. Selbstverständlich wird bei den späteren Titrirungen nur einmal neutralisirt, da die Endreaction schon vor Zusatz eines ganzen weiteren Kubikcentimeters Quecksilberlösung eintritt. Die entscheidenden Titrirungen werden daher „stetig" ausgeführt und Pflüger's Bezeichnung meines Verfahrens als einer „Combination des Alternirenden und des Stetigen" trifft nicht zu.

Ich unterlasse es, auf die übrigen Beispiele in Pflüger's Kritik einzugehen. Dem Leser wird dieses eine genügen. Es ist auf Seite Pflüger's immer dasselbe Verfahren: der falsche Titer wird mir aufgezwungen, die „paar letzten Kubikcentimeter" werden gleich 10 und 20 gesetzt, meine Angabe bezüglich der zweiten Titrirung beharrlich unbeachtet gelassen und dergleichen Harmlosigkeiten mehr begangen.

Dass Pflüger's Einwände jeder Begründung entbehren, bedarf keines neuen Beweises. Dies ist durch die Controlirung der Harnstoffbestimmung im Harn mittels directer Stickstoffbestimmung längst festgestellt.

Um aber gewisse Widersprüche mit Liebig's Angaben aufzuklären und Pflüger's bedenkliche Neuerungen zu controliren, habe ich eine Reihe von Versuchen mit reinen Harnstofflösungen angestellt, die ich auch auf das ältere Voit'sche Verfahren der Harnstofftitrirung ausdehnte. Wie ich nachträglich erfuhr, befand ich mich nämlich im Irrthum, als ich angab, im hiesigen Laboratorium werde der Harnstoff seit jeher in der von mir beschriebenen Weise titrirt. Die Modification, die ich bei meiner Ankunft im hiesigen Institute im Sommer 1879 im Gebrauch fand, wird erst seit etwa 8 oder 10 Jahren geübt. Früher wurde die Gesammtmischung vor Entnahme der Endprobe nicht neutralisirt.

Digitized by Google

Ich stellte mir zunächst reines Quecksilber dar, indem ich das Metall wiederholt mit verdünnter Salpetersäure und nach Brühl[1]) mit Kaliumchromat und Schwefelsäure behandelte. Empfehlenswerther als diese Methode scheint mir jedoch die Reinigung mit Eisenchlorid nach Lothar Meyer[2]) zu sein. Wenn sich auch bei dem Brühl'schen Verfahren das Quecksilber rasch vereinigt, so ist es doch sehr schwer, den entstandenen pulverigen, gelbgrünen Niederschlag aus dem Quecksilber völlig auszuschwemmen; bei wiederholtem Ausschütteln erleidet man doch recht beträchtliche Verluste und ferner ist das Ausschütteln etwas grösserer Mengen eine recht anstrengende und zeitraubende Arbeit. Nach dem Verfahren Lothar Meyer's jedoch erhielt ich rasch und leicht Quecksilber mit allen Zeichen der Reinheit.

Aus dem gereinigten Quecksilber bereitete ich eine Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd mit dem von Liebig vorgeschriebenen Gehalte von 71,5 ^{g} Quecksilber im Liter. Je 10 ^{ccm} der Lösung gaben:

I.	II.	III.	IV.	V.
0,8305	0,8270	0,8288	0,8332	0,829 ^{g}

bei 100° getrocknetes Schwefelquecksilber, entsprechend

0,7159	0,7129	0,7145	0,7182	0,7146 ^{g}

Quecksilber. Die Lösung enthielt also im Mittel

0,7152 ^{g} Quecksilber in 10 ^{ccm}.

Chemisch reiner Harnstoff wurde in grösserer Menge auf bekannte Weise aus salpetersaurem Harnstoff durch Zerlegung mit Bariumcarbonat und achtmaliges Umkrystallisiren aus absolutem Alkohol dargestellt. Er war schneeweiss, aschefrei und nach dem Ergebnisse der Analysen rein. Es wurde gefunden:

nach Will-Varrentrapp		nach Dumas		Theoretische Menge
46,56 %	46,44 %	46,75 %	46,82 %[3])	46,67 % N.

Mittels 2 proc. Harnstofflösung wurde der Titer obiger Quecksilberlösung nach den verschiedenen Verfahrungsweisen gestellt und hierauf Harnstofflösungen verschiedener Concentration titrirt.

1) Berichte der d. chem. Ges. Bd. 12 S. 304.

2) ebd. Bd. 12 S. 437.

3) Die Differenzen nach Dumas' Methode sind beim Harnstoff etwas grösser, weil man wegen des hohen Stickstoffgehaltes nur geringe Mengen (150 ^{mg}) analysiren kann.

Digitized by Google

Das ältere und neuere im Voit'schen Laboratorium übliche Verfahren.

1. Nach dem älteren Voit'schen Verfahren, identisch mit dem von Neubauer [1]) und Gorup-Besanez [2]) in ihren Anleitungen angegebenen, wird die Versuchsflüssigkeit nicht neutralisirt, sondern so lange Quecksilberlösung zugefügt, bis ein entnommener Probetropfen auf einer weissen Platte, neben einen Tropfen concentrirter Sodalösung gesetzt, nach einigen Secunden deutliche gelbe Punkte zeigt.

2. Das jetzt hier übliche Verfahren, das im Wesentlichen mit dem von Hoppe-Seyler in seinem Handbuche beschriebenen übereinstimmt, wurde bereits oben ausführlich beschrieben. Falls kein Anhaltspunkt für den wahrscheinlichen Verbrauch an Quecksilberlösung vorhanden ist, wird zuerst wie unter 1. verfahren, bis die Endreaction eingetreten ist, hierauf unter fortwährendem kräftigen Umschütteln oder Umrühren die Flüssigkeit mit kalt gesättigter Sodalösung vorsichtig neutralisirt und hierauf alternirend mit dem Zusatze von salpetersaurem Quecksilberoxyd und kohlensaurem Natron fortgefahren, indem nach Zusatz von je 1^{ccm} Quecksilberlösung neuerdings neutralisirt wird, bis sich an der Grenze eines entnommenen Probetropfens und eines daneben gesetzten Tropfens von kohlensaurem Natron nach einigen Secunden die erste Spur einer Orangefärbung entwickelt, was sich mit aller Schärfe auf 0,1^{ccm} genau ermitteln lässt. Die Titrirung wird, wie bereits aus einander gesetzt wurde, so lange wiederholt, bis die Endreaction durch späteres Neutralisiren nicht weiter hinausgeschoben werden kann. Dass und warum bei den späteren Titrirungen nur einmal neutralisirt wird, wurde bereits gesagt. Ich will gleich bemerken, dass es nach meiner Erfahrung ganz gleichgültig ist, ob man völlig neutralisirt oder die Reaction ganz schwach sauer lässt, wie Hoppe-Seyler vorschreibt, insbesondere dann, wenn man bei der Titerstellung und bei der Titrirung gleich verfährt [3]). Dagegen darf die Reaction nicht alkalisch werden, da sonst die Endreaction zu hoch gefunden werden kann. Grund-

1) Neubauer u. Vogel, Harnanalyse 6. Aufl. S. 159.

2) Zoochem. Analyse 3. Aufl. 1871 S. 280.

3) Dieses folgt auch aus Pflüger's eigenen Angaben, nach denen es gleichgültig ist, ob man nach Zusatz von 19,6 oder von 19,9^{ccm} neutralisirt, d. h. ob der Probetropfen mehr oder weniger sauer ist.

Digitized by Google

bedingung für das richtige Titriren ist das beständige Umrühren der Flüssigkeit bei Zusatz der Quecksilberlösung und des kohlensauern Natrons, da sonst auch bei saurer Reaction mehr oder minder starke Gelbfärbung eintritt, die nicht mehr verschwindet, auch wenn der Endpunkt noch lange nicht erreicht ist. Die Flüssigkeit muss rein weiss bleiben, jede gelb gefärbte ist zu weiterer Titrirung untauglich. Grosse Eile ist beim Neutralisiren nicht geboten, vielmehr ist es nothwendig, vor dem Zusatze der Sodalösung gründlich zu mischen.

Zu den Titrirungen wurden durchgängig 10 ccm Harnstofflösung genommen. Liebig's Verfahren und die Richtigkeit seiner Correcturen beruht ja auf der Verwendung eines stets gleichen Volumens.

Nach dem älteren Verfahren, das ich, da es in dem verbreiteten Handbuche von Neubauer beschrieben ist, kurz das Neubauer'sche nennen werde, erschien die Endreaction bei der Titerstellung im Mittel nach Zusatz von 16,9 ccm Quecksilberlösung. 1 ccm desselben entspricht also nach Neubauer 11,83 mg.

Nach dem neueren Verfahren, das ich der Kürze halber das Hoppe-Seyler'sche nennen werde, kommt der Index ganz scharf nach Zusatz von 19,4 ccm, wenn nach Zusatz von 18,9 oder 19,0 oder 19,1 oder 19,2 ccm neutralisirt worden war. Bei Neutralisation nach Zusatz von 19,4 ccm trat stets Gelbfärbung ein. 1 ccm der Titerlösung ist = 10,31 mg Harnstoff.

Die Titer wurden zu drei verschiedenen Malen mit frisch bereiteter 2proc. Harnstofflösung controlirt und stets gleich gefunden. Die Titrirung von Harnstofflösungen anderen Gehaltes ergab:

Procent-Gehalt der Harnstofflösung	In 10 ccm Gramm Harnstoff	Nach Neubauer				Nach Hoppe-Seyler			
		Verbrauch an Quecksilberlösung	Liebig's Correctur	gefunden	Procent. Fehler	Verbrauch an Quecksilberlösung	Liebig's Correctur	gefunden	Procent. Fehler
1/2	0,050	4,5	4,25	0,0503	+ 0,60	5,3	5,0	0,0515	+ 3
1	0,100	8,5	8,33	0,0987	— 1,30	9,9	9,7	0,1000	0
3	0,300	25,0	4 ccm Wasser	0,2957	— 1,43	29,1	4,7 ccm Wasser	0,3000	0
4	0,400	33,1	8 ccm Wasser	0,3919	— 2,03	38,8	9,5 ccm Wasser	0,4000	0

Wie sich aus vorstehender Tabelle ergibt, liefert unser gegenwärtiges Verfahren bei 1—4proc. Lösungen absolut genaue Zahlen.

Digitized by Google

Es ist, wie ich hinzufügen kann, das genaueste von allen, die ich geprüft habe. So berechtigt war Pflüger's Kritik. Auch nach Neubauer geht, wie man sieht, der Quecksilberverbrauch dem Harnstoffgehalte proportional und die Fehler sind nicht sehr gross und die Methode für die Untersuchung des Eiweissumsatzes ganz brauchbar. Doch würde bei Berücksichtigung obiger Tabelle allein das Urtheil über letztere Modification zu günstig ausfallen. Die angeführten Zahlen sind den nach Hoppe-Seyler gewonnenen nicht gleichwerthig. Bei jener Art zu titriren ist dem Urtheil des Experimentators zu viel Spielraum gelassen. Die Gelbfärbung tritt allmählich ein, und es ist dem subjectiven Belieben freigestellt, einen bestimmten Grad als Index der beendigten Titrirung zu betrachten. Gelingt es auch bei Uebung diesen Grad ziemlich genau festzuhalten, so stimmen doch selten zwei Beobachter in ihrem Urtheil überein, und auch der Geübteste ist nicht im Stande, den Eintritt des Index genauer als auf 0,3—0,5 ccm Zusatz zu bestimmen. Alle Zahlen in obiger Tabelle, sowie der Verbrauch an Quecksilberlösung bei der Titerstellung nach Neubauer sind nur Mittelzahlen aus Einzelbestimmungen, die um 0,2—0,3 ccm unter einander differirten. Diese Unsicherheit wird Jeden, der an exacter Arbeit Gefallen findet, veranlassen, das Verfahren aufzugeben, sobald es durch ein genaueres, wenn auch etwas umständlicheres, ersetzt werden kann. Umständlicher ist Hoppe-Seyler's Verfahren allerdings: es fordert Vorsicht beim Neutralisiren, sorgfältiges Mischen und wegen der öfteren Wiederholung der Titrationen mehr Zeit; aber der Endpunkt ist scharf erkennbar und die Resultate bei mehr als 1 proc. reinen Harnstofflösungen absolut genau. In jeder der angebenen Concentrationen wurden Harnstofflösungen wiederholt frisch bereitet und titrirt und stets dieselben Zahlen erhalten. Hieraus ergibt sich zugleich, dass Liebig's Correcturen für 1 proc. und concentrirtere Harnstofflösungen vollkommen zutreffend sind. Ich komme hiermit zu

Pflüger's Modificationen.

Dieselben Harnstofflösungen, die zu den Versuchen nach den beiden obigen Verfahren gedient hatten, wurden zur Titerstellung

Digitized by Google

und Titrirung nach Pflüger verwendet. Alle von ihm angegebenen Cautelen wurden beachtet: mit Normalsodalösung genau neutralisirt, mit grosser Mühsal das von ihm urgirte Verhältniss 19,7 : 0,3 bei der Neutralisation einzuhalten gesucht u. s. w. Nur habe ich den Index sowohl bei der Titerstellung als bei den Titrirungen nicht mit Bicarbonat, sondern mit concentrirter Sodalösung genommen. Die Quecksilberlösung hatte dieselbe Concentration wie die von Pflüger verwendete, sie unterschied sich von letzterer nur dadurch, dass sie etwas saurer war. Während Pflüger für jeden verbrauchten Kubikcentimeter Quecksilberlösung „0,5787“ Kubikcentimeter Normalsodalösung zur Neutralisation bedurfte, waren bei meiner Lösung für jeden Kubikcentimeter 0,72 ccm Normalsodalösung nöthig. Es ist eben unmöglich, bei der Darstellung der Titerflüssigkeit die Bedingungen stets gleich zu halten; es wird daher der Säuregrad und die Ausscheidung basischen Salzes immer etwas variiren, und es wäre ein erschrecklich mühseliges und zeitraubendes Herumprobiren nöthig, wenn man den Säuregrad stets gleich zu halten gezwungen wäre. Und doch scheint dieser Punkt, wenigstens wenn man genau nach Pflüger verfährt und corrigirt, nicht gleichgültig zu sein. Denn seinen Angaben entgegen trat bei Neutralisation mit 14,2 ccm Sodalösung nach Zusatz von 19,7 ccm Titerflüssigkeit die Endreaction nicht bei 20,0, sondern erst bei 20,15 ccm ein, und endgültig war zum scharfen Eintritt des Index ein Zusatz von 20,2 ccm nöthig, wenn bei 19,8, 19,9 oder 20 ccm Zusatz neutralisirt worden war. 1 ccm der Quecksilberlösung entsprach also 9,90 mg Harnstoff.

Auch bei den andern Concentrationen trafen Pflüger's Angaben bei meiner Quecksilberlösung nicht ganz zu. Die Tabelle auf folgender Seite enthält in der 3.—6. Columne die bei Anwendung seiner Art zu corrigiren gewonnenen Zahlen.

Ich fand darnach regelmässig den Harnstoffgehalt zu niedrig, wenn ich Pflüger's Correctur anwandte, und das Deficit ist nicht unbeträchtlich. Es beträgt 1,9—4,1 %. Ich versuchte nun, ob nicht durch Anwendung der Liebig'schen Correcturen, die sich bei meinem Verfahren bewährt hatten, bessere Resultate zu erzielen wären. Es wurde also bei verdünnteren Harnstofflösungen für je

Digitized by Google

Nach Pflüger.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Procentgehalt der Harnstofflösung	In 10 ccm Gramm Harnstoff	Verbrauch an Quecksilberlösung	Verbrauch an Normalsodalösung	Pflüger's Correctur		Liebig's Correctur		Correctur des Titers	
				gefunden	Procent. Fehler	gefunden	Procent. Fehler	gefunden	Procent. Fehler
1/2	0,050	5,50	3,75	0.0479	**— 4,10**	0,0513	**+ 2,60**	0,0488	**— 2,5**
1	0,100	10,45	7,20	0,0981	**— 1,90**	0,1015	**+ 1,50**	0,0996	**– 0,36**
3	0,300	29,60	21,00	0,2921	**— 2,63**	0,2990	**— 0,33**	0,2972	**— 0,98**
4	0,400	39,10	27,80	0,3882	**— 2,95**	—	—	0,3950	**— 1,25**

5 weniger als 20,2 verbrauchte Kubikcentimeter 0,1 ccm abgezogen und bei der 3 proc. Lösung nach Zusatz der Hauptmenge des Quecksilbers die erforderliche Anzahl (5) ccm Wasser zugefügt und dann erst neutralisirt, wodurch die Endreaction auf 30,2 ccm hinausgeschoben wurde. Die 7. und 8. Columne obiger Tabelle verzeichnet das Ergebniss. Ist die Uebereinstimmung auch nicht vollkommen (Liebig's Correctur ist eben nicht für dieses Verfahren ausprobirt. Das grosse Volum der Normalsodalösung kommt schon in Betracht), so sind die Resultate doch viel besser. Der Fehler ist namentlich bei der 3 proc. Lösung minimal. An Pflüger's eigenem Verfahren lässt sich also zeigen, dass seine Verwerfung der Liebig'schen Correctur unberechtigt ist. Die letztere führt nur dann zu Fehlern, wenn ganz extreme Versuchsbedingungen, die in Wirklichkeit niemals gegeben sind, willkürlich ausgesucht werden.

Um die Correctur für verdünntere Lösungen zu prüfen, nimmt er bis zu 80 ccm (!) Harnstofflösung, die, wenn 2 procentig, 160 ccm (!) Quecksilberlösung bedürfen würden, während Liebig's Correctur auf Verwendung von stets 10 ccm und einem Normalverbrauch von 20 ccm Quecksilberlösung beruht. Was beweist es gegen die Brauchbarkeit von Liebig's empirischer Regel, wenn sie bei Verwendung von 40 und 60 ccm 0,5 resp. 0,3 proc. Harnstofflösung [1]) nicht mehr zutrifft, da in praxi derartige Fälle höchst selten vorkommen?

Um die Correctur für concentrirtere Lösungen zu prüfen, führt er die Titrirung völlig zu Ende und setzt das Wasser erst nach

1) Kritik: Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 23 S. 143.

Digitized by Google

der Neutralisation zu, obwohl Liebig (S. 28 des Separatabdrucks seiner Abhandlung) mit gesperrter Schrift vorschreibt, das Wasser vor der Probe mit kohlensaurem Natron zuzusetzen[1]).

Bei der Aufstellung seiner eigenen Correctionsformel ist Pflüger ein kleiner Lapsus passirt. Indem ich ihn corrigire, verbessere ich zwar die von mir nach seinem Verfahren erhaltenen Werthe, muss aber leider dabei zugleich den berückenden Zauber absoluter Uebereinstimmung, der über seinen eigenen Harnstofftitrirungen schwebte, zerstören. Pflüger gibt folgende Correctionsformel:

Zu der verbrauchten Anzahl Kubikcentimeter Quecksilberlösung ist der Ausdruck $(V - V_1)x - 0{,}08$ algebraisch zu addiren, in welchem V das Volum der Harnstofflösung + dem Volum der zur völligen Neutralisation nöthigen Normalsodalösung, V_1 die verbrauchten Kubikcentimeter Quecksilberlösung bedeutet. Z. B. [2])

$$\begin{array}{rcl} & & 10^{\text{ccm}}\ \text{4 proc. Harnstofflösung} \\ & & 22{,}4^{\text{ccm}}\ \text{Normalsodalösung} \\ \hline V & = & 32{,}4^{\text{ccm}} \\ -V_1 & = & 39{,}4^{\text{ccm}}\ \text{Quecksilberlösung} \\ \hline (V - V_1) & = & -\ 7{,}0^{\text{ccm}} \times -0{,}08 = +\ 0{,}56^{\text{ccm}}. \end{array}$$

$$\text{Also } 39{,}4 + 0{,}56 = 39{,}96 = \text{rund } 40{,}00^{\text{ccm}}.$$

Wenn eine derartige Formel einen Sinn haben soll, dann muss sie in allen Fällen angewandt werden, in welchen V und V_1 nicht gleich, folglich der Ausdruck $(V - V_1)x - 0{,}08$ nicht gleich Null ist. Trotzdem diese Forderung unwidersprechlich ist, wird sie von Pflüger nicht befolgt; denn gerade bei der Titerstellung erfüllt sie Pflüger nicht!

Bei der von ihm verwendeten Quecksilberlösung liegen die Verhältnisse wie folgt:

$$10^{\text{ccm}}\ \text{Harnstofflösung} + 11{,}4^{\text{ccm}}\ \text{Normalsodalösung} =$$

$$\begin{array}{rcl} V & = & 21{,}4^{\text{ccm}} \\ -V_1 & = & 20{,}0^{\text{ccm}}\ \text{Quecksilberlösung} \\ \hline (V - V_1) & = & +\ 1{,}4^{\text{ccm}} \times -0{,}08 = -\ 0{,}11^{\text{ccm}}. \end{array}$$

$$\text{Also } 20{,}0 - 0{,}11 = \mathbf{19{,}89}^{\text{ccm}} = \mathbf{0{,}2}^{\text{g}}\ \text{Harnstoff}.$$

---

1) Man vergleiche auch die richtige Angabe bei Hoppe-Seyler, Phys.-chem. Analyse 4. Aufl. S. 318.

2) Nach Pflüger Bd. 21 S. 273.

Digitized by Google

1^{ccm} Quecksilberlösung ist also bei Pflüger's Verfahren nicht gleich 10,000^{mg}, sondern gleich **10,055**^{mg} Harnstoff.

Viel grösser ist die Differenz zwischen corrigirtem und uncorrigirtem Titer bei meiner Lösung, die einer grösseren Menge Normalsodalösung bedarf. Pflüger scheint eben so lange herumprobirt zu haben, bis einmal in einem bestimmten Falle unter gewissen Bedingungen eine Uebereinstimmung erzielt wurde. Bei meiner Lösung ergibt sich folgende Rechnung:

10^{ccm} Harnstofflösung + 14,3^{ccm} Normalsodalösung =

$$V = 24{,}3$$
$$-V_1 = 20{,}2$$
$$(V - V_1) = +\ 4{,}1 \times -0{,}08 = -0{,}33^{ccm}.$$

Also 20,2 — 0,33 = **19,87**^{ccm} = **0,2**^{g} Harnstoff. 1^{ccm} Quecksilberlösung = **10,065**^{mg} Harnstoff[1]), und nicht gleich 9,9^{mg}, wie Pflüger berechnen würde.

Ich habe die bei den Harnstofflösungen anderer Concentration nach Pflüger erhaltenen Zahlen auf diesen Titer umgerechnet und in der That viel besser stimmende Werthe gefunden, die in der 9. und 10. Columne der Tabelle S. 92 enthalten sind. Freilich bleiben sie noch immer bei mehr als 1 proc. Lösungen um 1/8—1 % zu niedrig [2]).

Die von Pflüger selbst gefundenen Zahlen dagegen werden durch die Correction zu hoch. In dem oben citirten Beispiele findet sich nicht, wie er rechnet, 0,4000^{mg}, sondern 0,4022^{mg} Harnstoff, d. h. um 0,55 % zu viel; in einem andern Beispiele (Kritik S. 136) in 15^{ccm} 4 proc. Lösung 0,6043^{mg} statt 0,6000^{mg}, d. i. um 0,71 % zu viel.

---

1) Man beachte, dass bei Correction des Titers Pflüger's und meine Quecksilberlösung nahezu gleich gestellt sind: auf 10^{ccm} 2 proc. Lösung 19,89 resp. 19,87^{ccm}; 1^{ccm} = 10,055 resp. 10,065^{mg} Harnstoff. Ein weiterer Beweis für die Nothwendigkeit der Correctur, wenn es eines solchen bedürfte.

2) Bei verdünnteren Lösungen fand Pflüger selbst seine Correctur unzutreffend, wenn er immer das gleiche Volum titrirte. Sie gilt nur, wenn man von verdünnteren Lösungen entsprechend grössere Volumina nimmt. Man vergegenwärtige sich die neue Complication beim Titriren!

Digitized by Google

Zu welchen Ungereimtheiten es führen müsste, wollte man nur bei der Titerstellung nicht corrigiren, brauche ich nicht aus einander zu setzen [1]).

Wenn also auch Pflüger's Methode ganz hübsch ist (denn eine Methode, die auf 1 % genaue Werthe gibt, ist ganz gut), so ist ihm doch nur eine Verschlechterung des bisher gebräuchlichen Verfahrens gelungen. Denn letzteres ist noch besser.

Liebig's Methode der Harnstofftitrirung.

Aus der absoluten Genauigkeit der Titrirungen nach unserem jetzigen Verfahren hatte sich ergeben, dass Liebig's Correcturen für die Concentration bei mehr als 1 proc. Lösungen volle Gültigkeit haben. Es galt aber noch die Differenz aufzuklären, die zwischen Liebig's Angaben über das Verhältniss von Harnstoff und Quecksilberoxydverbrauch und den Versuchsergebnissen bestand. Der Uebersichtlichkeit halber setze ich die Resultate der Titerstellung nach den drei verschiedenen Modificationen neben einander. Statt $20,0^{ccm}$, wie Liebig angibt, wurden von der $71,5^{g}$ Quecksilber im Liter haltenden Lösung verbraucht:

nach Neubauer	nach Hoppe-Seyler	nach Pflüger uncorrigirt	nach Pflüger corrigirt
$16,9^{ccm}$	$19,4^{ccm}$	$20,2^{ccm}$	$19,87^{ccm}$

1^{ccm} der Lösung ist also nicht $= 10,00^{mg}$, sondern $=$

11,83	10,31	9,9	$10,065^{mg}$ Harnstoff.

1) Für den Liebhaber derartiger Spässe folgende Tabelle:

Nach Pflüger.

Verbrauch von x^{ccm} Quecksilberlösung auf 10^{ccm} Harnstofflösung	Gehalt der 10^{ccm} an Harnstoff in Gramm
19,8	0,1926
19,9	0,1936
20,0	0,1946
20,1	0,1957
20,2	**0,2000**
20,3	0,1975
20,4	0,1988
20,5	**0,1998**
20,6	**0,2008**

Digitized by Google

Nur bei Pflüger's Verfahren kommt man also den Angaben Liebig's ganz nahe. Andererseits kann es aber nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, dass Liebig weder bei der Titerstellung noch bei der Harntitrirung die Gesammtflüssigkeit neutralisirte. Verfährt man aber so, wie oben angegeben, ohne Neutralisation, scheinbar genau nach Liebig's Angaben, dann erscheint der Index schon bei Zusatz von 17 ccm, d. h. zu einer Zeit, zu der noch gar nicht so viel Quecksilberoxyd in die Flüssigkeit gebracht ist, dass aller vorhandene Harnstoff die von Liebig analysirte Verbindung eingehen könnte.

Indem Pflüger aus Liebig's Abhandlung herauslas, dass dieser so wie er stetig, ja sogar auch mit Normalsodalösung neutralisirt habe, hat er Liebig's Worte in ganz merkwürdiger Weise interpretirt. Die einzige Stelle in Liebig's Abhandlung, die Pflüger für sich verwerthen könnte, befindet sich auf S. 19 des Separatabdrucks. Sie lautet:

„Wenn man einer verdünnten Harnstofflösung eine gleichfalls verdünnte Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd allmählich zusetzt und die freie Säure der Mischung durch Barytwasser oder verdünntes kohlensaures Natron von Zeit zu Zeit neutralisirt, so erhält man einen flockigen, etwas aufgequollenen, schneeweissen Niederschlag, welcher in Wasser unlöslich ist. Fährt man mit dem Zusatz von Quecksilbersalz und kohlensaurem Natron abwechselnd fort, so lange noch dieser Niederschlag gebildet wird, so stellt sich ein Punkt ein, bei welchem durch den Zusatz von kohlensaurem Natron die Mischung oder der Ort, wo der Tropfen hinfällt, eine gelbe Färbung von Quecksilberoxydhydrat oder basisch salpetersaurem Quecksilberoxyd annimmt. Zu diesem Zeitpunkt abfiltrirt, enthält die Flüssigkeit keine bestimmbare Menge von Harnstoff mehr; aller Harnstoff ist gefällt. Ich habe diesen, durch seine amorphe Beschaffenheit von den beschriebenen Verbindungen des Harnstoffs mit salpetersaurem Quecksilberoxyd abweichenden Niederschlag der Analyse unterworfen und stets darin auf 1 Aequivalent Harnstoff 4 Aequivalente Quecksilberoxyd gefunden“ u. s. w.

Es ist klar, dass es Liebig hier darum zu thun war, das Princip seiner Methode zu erläutern und zu rechtfertigen. Da er den

Digitized by Google

Niederschlag analysiren und das Fehlen des Harnstoffs im Filtrate beweisen wollte, musste er die Gesammtflüssigkeit neutralisiren, da erst beim Neutralisiren die amorphe Verbindung von 1 Aequivalent Harnstoff und 4 Aequivalenten Quecksilberoxyd entsteht. Von Probeentnahme oder Titrirung ist in dem ganzen Absatze gar keine Rede. Dagegen bespricht er an anderer Stelle mit klaren Worten die Titerstellung und die Titrirung im Harn. Ich führe auch diese Stellen wörtlich an.

Seite 26 empfiehlt er eine vorläufige Titerstellung nach der von ihm angegebenen Methode mit phosphorsaurem Natron und Kochsalz und fährt dann fort: „Es ist nun, wie gesagt, zweckmässig, die darnach berechnete Menge Wasser nicht ganz zuzusetzen, sondern etwas weniger. Man misst sich nun 10 ccm der normalen Harnstofflösung ab und setzt aus einem Tropfglas die annäherungsweise verdünnte Quecksilberlösung zu, bis ein paar Tropfen der Mischung auf einem Uhrglase mit kohlensaurer Natronlösung eine deutliche gelbe Färbung geben. Angenommen, man habe dazu 19,25 ccm gebraucht, so fügt man jetzt auf je 192,5 ccm der Lösung $\frac{7,5}{200}$ ccm Wasser zu und macht eine neue und damit die letzte Probe. Wenn nach dem Zusatz von 20 ccm die Erscheinung der gelben Farbe deutlich ist, so kann die Quecksilberlösung zur Harnstoffbestimmung im Harn gebraucht werden."

Seite 29 beschreibt er die Titrirung im Harne wie folgt: Man misst 15 ccm der Harnbarytmischung = 10 ccm Harn ab. „Man lässt zu diesem Volum Harn, ohne vorher zu neutralisiren, aus einem Tropfglas die titrirte Lösung des salpetersauren Quecksilberoxydes zufliessen unter beständigem Umrühren und nimmt, wenn man keine Fällung (keine Verdickung der Flüssigkeit) mehr bemerkt, die Probe vor. Zu diesem Zweck schüttet man einige Tropfen der Flüssigkeit mit dem Niederschlage aus dem Becherglas in ein Uhrglas und lässt von dem Rande des Uhrglases aus einige Tropfen kohlensaure Natronlösung zufliessen, am besten aus einer Kautschukpipette. Behält die Mischung nach einigen Minuten ihre weisse Farbe, so muss der Zusatz von Quecksilberlösung vermehrt werden, und dies so lange, bis bei einer neuen Probe aus dem Becherglas nach dem Zufliessen mit dem kohlensauren Natron eine deutliche

Digitized by Google

gelbe Färbung entsteht. Man liest alsdann die Anzahl der verbrauchten Kubikcentimeter ab und corrigirt die erhaltene Zahl je nach dem Gehalt des Harns auf die angegebene Weise."

Liebig neutralisirte also nicht. Seine Meinung dabei ist klar. Was in der Gesammtflüssigkeit geschieht, das muss unter gleichen Bedingungen auch in dem Probetropfen ablaufen. Und in der That muss man, bei einiger Ueberlegung, Liebig Recht geben. Es muss so sein. Ein anderes Verhalten ist nicht, wie Pflüger sagt, „eine a priori nicht nothwendig zu erwartende Complication", sondern ein chemischer Nonsens. Wenn gegen Erwartung das Ergebniss mit und ohne Neutralisation der Gesammtflüssigkeit nicht dasselbe ist, dann sind die Bedingungen nicht gleich gehalten worden. Es gilt also, sie gleich zu machen. Beobachtungen beim Titriren nach Hoppe-Seyler gaben den Fingerzeig. Wird bei Zusatz der Sodalösung die Flüssigkeit nicht in heftiger Bewegung erhalten, so tritt Gelbfärbung durch Bildung basischen Quecksilbersalzes weit vor dem richtigen Ende der Reaction auf, die auch in saurer Flüssigkeit nicht mehr verschwindet.

Ebenso verhält es sich ja aber, wenn man, wie es gewöhnlich geschieht, ohne umzurühren neben den Probetropfen einen Tropfen concentrirte Sodalösung setzt.

Man muss also nach tüchtigem Umschütteln der Flüssigkeit mehrere Tropfen Quecksilberlösung zur Probe entnehmen; man muss verdünnte Sodalösung zum Probiren verwenden, wie es Liebig ausdrücklich vorschreibt, und muss sie tropfenweise unter beständigem Umschütteln oder Umrühren zusetzen. Verfährt man so, dann sind die Bedingungen im Probetropfen gleich denen beim Neutralisiren der Gesammtflüssigkeit; es muss also die Endreaction erst am wirklichen Ende erscheinen. So überlegte ich. Der Erfolg entsprach meiner Erwartung. Während beim Probiren in der von Neubauer angegebenen Weise der Index nach Zusatz von 17 ^{ccm} intensiv entwickelt war, blieben die Probetropfen beim Mischen in der eben angegebenen Weise schneeweiss. Erst nach Zusatz von 20 ^{ccm} trat deutliche Gelbfärbung des Probetropfens ein. Bei diesem Verfahren entspricht somit das Resultat vollkommen den Angaben Liebig's,

Digitized by Google

und es kann folglich keinem Zweifel unterliegen, dass Liebig in dieser Weise titrirt hat [1]).

Die eben besprochenen Erfahrungen geben auch, wie ich glaube, den Schlüssel zur Erklärung der Erscheinungen bei der Titrirung nach den verschiedenen Modificationen der Methode, insbesondere des auffallenden zu frühen Eintretens der Endreaction bei zu früher Neutralisation der Gesammtflüssigkeit.

Pflüger hat zur Erklärung dieses Verhaltens die Hypothese aufgestellt, dass sich bei der Neutralisation nicht immer dieselbe, sondern eine ganze Reihe von Verbindungen von Harnstoff und Quecksilberoxyd in wechselndem Verhältnisse bilde. Ich halte dieselbe nicht für berechtigt. Ein Umstand spricht sehr nachdrücklich in Gegentheil dafür, dass sich immer dieselbe Verbindung ausscheide, nämlich die von Pflüger beobachtete und von mir bestätigte genaue Proportionalität des Verbrauches an Quecksilberlösung und an kohlensaurem Natron. Bei jeder Concentration und bei Neutralisation zu jedem beliebigen Zeitpunkt wird also für jeden verbrauchten Kubikcentimeter dieselbe Säuremenge frei. Das wäre wohl nicht möglich, wenn der entstehende Niederschlag wechselnde Mengen Quecksilberoxyd enthielte.

Die Erklärung der Thatsachen wird ganz einfach und durchsichtig, wenn man von folgenden Grundlagen ausgeht:

1. Vermischt man Harnstoff- und Quecksilberlösungen, ohne zu neutralisiren, so enthalten die entstehenden Niederschläge weniger als 4 Aequivalente Quecksilberoxyd auf 1 Aequivalent Harnstoff. Durch Zusatz von kohlensaurem Natron wird dem überschüssig vorhandenen salpetersauren Quecksilberoxyd die Säure entzogen. Haben die in statu nascenti befindlichen Quecksilberoxydmoleküle Zeit und Gelegenheit mit Molekülen der schon vorhandenen Harnstoffquecksilberverbindung in genügender Menge zusammenzutreffen, so bildet sich die von Liebig analysirte amorphe, weisse Ver-

1) Zu meiner Genugthuung erfahre ich nachträglich von mehreren Herren, denen Liebig seine Harnstoffbestimmung zeigte und lehrte, so von Geheimerath v. Pettenkofer, Prof. v. Voit u. A., dass Liebig in der That in dieser Weise titrirt habe (siehe auch Bischoff, der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels S. 10).

Digitized by Google

bindung, die einmal entstanden durch einen Ueberschuss von Alkali nicht mehr zersetzt wird.

2. Sind aber nicht genug Harnstoffmoleküle in der Nähe, um alle nascirenden Quecksilberoxydmoleküle zu binden, so scheidet sich gelbes, basisches Salz aus, das ebenfalls einmal gebildet mit der Harnstoffquecksilberverbindung nicht mehr in Reaction tritt und auch in saurer Flüssigkeit bestehen kann.

3. Damit die gelbe Färbung wahrnehmbar werde, muss eine gewisse Menge basischen Salzes vorhanden sein. Wie viel, das wird einmal von der Art der Vertheilung desselben in der Flüssigkeit abhängen und ferner davon, in welcher Concentration das kohlensaure Natron auf eine bestimmte Anzahl Moleküle von salpetersaurem Quecksilberoxyd einwirkt. Je intensiver die Einwirkung desselben ist, um so mehr Säure wird dem Quecksilbersalze entzogen, um so basischere, um so intensiver gefärbte Verbindungen werden erzeugt werden.

Setzt man also nach Neubauer einen Tropfen nicht neutralisirter Mischung, in der ein grosser Ueberschuss von salpetersaurem Quecksilberoxyd enthalten ist, neben einen Tropfen concentrirter Sodalösung, so wird gleichzeitig eine grosse Zahl Quecksilberoxydmoleküle frei und es entsteht basisches Salz, ohne dass Zeit und Gelegenheit zur Bildung der Harnstoffverbindung vorhanden ist. Die Endreaction erscheint zu früh. Mischt man aber, wie Liebig verfuhr, der heftig bewegten Flüssigkeit langsam verdünnte Natronlösung zu, dann entsteht so lange die weisse Verbindung, als disponibler Harnstoff vorhanden ist, und die Endreaction erscheint erst nach Zusatz des zur Wahrnehmbarkeit nöthigen Ueberschusses. Die Fälle zu frühen Eintrittes der Endreaction bei Hoppe-Seyler's und Pflüger's Verfahren liegen zwischen diesen Extremen in der Mitte. Beim Neutralisiren mische ich; alle frei werdenden Quecksilberoxydmoleküle finden in statu nascenti Harnstoffmoleküle, mit denen sie sich verbinden können. Die Flüssigkeit bleibt weiss. Es ist aber klar, dass je früher ich neutralisire, um so früher wieder ein solcher Ueberschuss von salpetersaurem Quecksilberoxyd in der Flüssigkeit sich ansammeln muss, dass beim Zusammenfliessen des Probetropfens mit dem kohlensauren Natron eine grössere Menge

Digitized by Google

Quecksilberoxyd frei wird, als sich in der gegebenen Zeit mit Harnstoff verbinden kann: also Bildung basischen Salzes. Neutralisirt man immer später, so wird auch die Endreaction hinausgeschoben, bis endlich aller vorhandene Harnstoff gebunden ist. Von nun an ist durch späteres Neutralisiren die Endreaction nicht mehr weiter verschiebbar, das richtige Ende der Titrirung ist erreicht.

Dass die Endreaction bei der Titerstellung nach Hoppe-Seyler schon bei 19,4 ccm eintritt, rührt daher, dass bei der Einwirkung concentrirter Sodalösung vom Rande des Tropfens aus, wegen der Anhäufung intensiver gefärbter Verbindungen in der Randzone, ein geringerer Ueberschuss von salpetersaurem Quecksilberoxyd zur Erkennung der Endreaction nöthig ist als bei Liebig's Verfahren[1]). Dass bei Pflüger's Verfahren die Endreaction erst bei 20,2 ccm erschien, ist wohl auf die grössere Verdünnung der Flüssigkeit durch die Normalsodalösung zu schieben, durch welche wieder ein grösserer Ueberschuss erfordert wird. Man darf nicht vergessen, dass durch die Normalsodalösung das Volum der Flüssigkeit um 14,3 ccm vergrössert wird, während von der gesättigten Sodalösung nur 5 — 6 ccm benöthigt werden.

Ich kann die gegebene Erklärung nicht verbürgen, da ich die unter verschiedenen Bedingungen entstehenden Niederschläge bisher nicht analysirt habe; aber sie scheint mir alle Wahrscheinlichkeit für sich zu haben.

Liebig's ursprüngliche Methode hat den Vorzug vor ihrer Modification durch Hoppe-Seyler, dass sie in wenigen Minuten ausführbar ist und dass man mit zwei Titrirungen unter allen Umständen ausreicht, da die erste Titrirung nur unwesentlich zu niedrig ausfällt. Dagegen ist letzteres Verfahren ohne Zweifel genauer. Die Endreaction ist nach Liebig's Methode etwas unsicher. Man kann z. B. im Zweifel sein, ob die Endreaction bei 19,9 oder 20,0 oder 20,1 ccm eingetreten sei. Der Grund dieser geringeren Sicherheit liegt in mehreren Umständen. Einmal ist

1) Nach Hoppe-Seyler bedarf daher eine Quecksilberlösung, von der 1 ccm = 10 mg Harnstoff ist, nur eines Gehaltes von 69,35 g Quecksilber oder 74,88 g Quecksilberoxyd im Liter.

Digitized by Google

das Auftreten einer ersten Spur von Gelbfärbung in einem grösseren Tropfen schwieriger wahrzunehmen als an einer Randzone, bei der man stets den Vergleich mit der Färbung der inneren Partien des Tropfens hat. Ferner kommt es darauf an, in den Probetropfen eine der Flüssigkeitsmenge entsprechende Menge des Niederschlages mitzubekommen (der in der sauern Flüssigkeit vorhandene Niederschlag muss sich ja beim Neutralisiren erst in die von Liebig analysirte Verbindung umsetzen), was wegen der Schwere desselben nicht leicht ist. Endlich muss man auch beim Umrühren sehr flink sein, sonst kann die Gelbfärbung zu früh erscheinen. Beim Titriren des Harns hat man überhaupt die Schwierigkeit zu überwinden, dass die Flüssigkeit an und für sich gelblich gefärbt ist, welcher Umstand sich bei dieser Modification besonders geltend macht. Wenn man im Harn eine reine Harnstofflösung vor sich hätte, würde ich demnach dem Verfahren Hoppe-Seyler's trotz seiner grösseren Umständlichkeit in jedem Falle den Vorzug geben; aber beim Harn liegt die Sache ohnehin so, dass eine Verwerthung der Liebig'schen Titrirmethode zu genauester Feststellung der Stickstoffausscheidung, die man in den meisten Fällen doch anstreben wird, definitiv unmöglich ist. Hiermit komme ich zum letzten Abschnitte meiner Auseinandersetzung mit Pflüger, und ich muss ihn einladen, sich aus dem idealen Gebiete der reinen Harnstofflösungen mit bekanntem Gehalte, in dem er sich bis jetzt ausschliesslich bewegte, auf den irdischen und praktischen Boden der

Titrirung des Harnstickstoffs

herabzulassen.

An der Spitze der ersten Abhandlung Pflüger's prangen folgende Sätze: „Die Grösse der Umsetzung der Eiweissstoffe im Thierkörper ist eine der fundamentalsten Fragen der Physiologie. Zu ihrer Beurtheilung besitzen wir bis jetzt keinen andern Anhaltspunkt als die quantitative Bestimmung des Harnstoffs im Harn.“ (!)

Als ich diese erstaunliche Aeusserung las, war mir sofort klar, dass sie nur culinarischen Motiven ihre Existenz verdanken könne. Wie ein geschickter Koch wollte Pflüger offenbar den Appetit des Lesers auf das voluminöse und wenig einladende Gericht, das

Digitized by Google

er auftischte, reizen. Und ich glaube, das ist ihm auch gelungen. Ich wenigstens wurde wirklich neugierig, was diesem Anfange nachkommen werde.

Denn unmöglich kann ich glauben, dass Pflüger, als er dies schrieb, wirklich nicht gewusst hat: 1. dass es nicht nur eine, sondern drei höchst verlässliche Methoden der directen Stickstoffbestimmung im Harne gibt, nämlich nach Dumas, nach Voit und nach Schneider, welche unzählige Male zur Ermittlung des Eiweissumsatzes angewandt worden sind; 2. dass der Harnstoff nicht der einzige stickstoffhaltige Bestandtheil des Harns ist; 3. dass der Harnstoff nicht der einzige durch Quecksilber fällbare Harnbestandtheil ist, und 4. dass andere Harnbestandtheile durch Quecksilberlösung in ganz anderem Verhältnisse als Harnstoff gefällt werden.

Der Schein spricht zwar sehr gegen Pflüger, und es sollte mich nicht wundern, wenn Andere eine andere Erklärung vorziehen. Habel und Fernholz wiederholen nämlich in ihrer Abhandlung über die Bestimmung des Chloride im Harn[1]) jenen erstaunlichen Spruch des Meisters, offenbar nicht ohne seine Zustimmung. Am Ende seiner Kritik aber (S. 150) steht Folgendes: „Ich behalte mir ferner vor, Untersuchungen anzustellen oder anstellen zu lassen, welche eine Vergleichung des durch Verbrennung des Harns ermittelten Stickstoffgehaltes mit dem aus dem richtig titrirten Harnstoff berechneten ermöglichen. Da durch Quecksilbernitrat ausser dem Harnstoff noch sehr viele andere, wenn auch in geringer Menge vorhandene Körper gefällt werden, so ist jetzt eine derartige vergleichende Untersuchung ein geradezu dringendes Bedürfniss.“ Das ist also das gerade Gegentheil von dem zu Beginn seiner ersten Abhandlung Gesagten. Inzwischen hat Pflüger, wie sich aus seiner Kritik ergibt, eine vor 20 Jahren geschriebene Abhandlung Voit's gelesen, in welcher die hier obwaltenden Umstände ausführlich dargethan werden. Sollte er in der That erst aus dieser Lektüre sein jetziges besseres Wissen geschöpft haben?

Auch seine kritischen Beiträge beginnt Pflüger mit dem kühnen Ausspruch: die berühmte, seit 27 Jahren von aller Welt benutzte

1) Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 23 S. 85.

Methode von Liebig sei von Niemandem bisher einer kritischen Nachprüfung unterzogen worden. Das ist nicht wahr.

Der Harn ist keine reine Harnstofflösung. Die Liebig'sche Methode beim Harn ist keine Bestimmung des Harnstoffs. Das Einzige, worauf es nach dieser Erkenntniss ankam, war: ist sie eine Bestimmung des Stickstoffs im Harn? und wie genau sind die Resultate? Diese Fragen hat sich Voit gleich zu Beginn seiner Arbeiten gestellt und beantwortet. Aus überaus zahlreichen Controlversuchen durch directe Stickstoffbestimmung ergab sich, dass „die aus dem „Harnstoff" berechnete Stickstoffmenge sehr annähernd mit der direct gefundenen übereinstimme und dass daher die Liebig'sche Titrirung unter Berücksichtigung der Fehlergrenzen bei Stoffwechseluntersuchungen verwerthbar sei" [1]). Dies gilt ohne Einschränkung für Hundeharn; bei verdünntem Menschenharn lässt die Methode im Stich.

Voit bestimmte damals die Grösse der Fehler bei Anwendung seiner älteren Methode. 25 solcher Parallelbestimmungen des Stickstoffs nach Liebig's und nach der directen Methode in Hundeharn sind a. a. O. aufgeführt. Es zeigte sich nur in einem einzigen Falle eine Differenz von 0,25 g N auf 100 ccm Harn. In allen übrigen Fällen betrug der Fehler nicht $\pm$ 0,1 g. Dieses Ergebniss wurde seitdem durch hunderte von Controlversuchen bestätigt. Pflüger hätte gutgethan, diese Angaben zu berücksichtigen. Er hätte dann wohl seinen „wenig vorsichtigen" Angriff und seine Berechnung eines Fehlers von 15 und 17 g pro Tag unterlassen.

Auch ich habe im vorigen Jahre 22 solcher Parallelbestimmungen nach der neueren Methode ausgeführt, welche ebenfalls ergaben, dass die Differenzen nie grösser als 0,1 g pro 100 ccm Harn sind. Zugleich habe ich auf jede erdenkliche Weise und durch sorgfältigste Versuche die Genauigkeit der Voit'schen Stickstoffbestimmungsmethode erwiesen [2]).

Das sind also erledigte Dinge, und Pflüger kann sich die angekündigten Untersuchungen ersparen, falls er sie nicht zu eigener Belehrung vornehmen will. Ein Bedürfniss nach denselben besteht nicht.

---

1) Voit: Ztschr. f. Biologie Bd. 1 S. 109 ff.

2) ebd. Bd. 16 S. 405.

Digitized by Google

Ich benutzte die Gelegenheit, die sich mir bei Fütterungsversuchen bot, welche Herr Dr. L. Feder an einem Hunde mit wechselnden Fleischmengen gegenwärtig anstellt, um zu prüfen, ob eine der verschiedenen Modificationen der Liebig'schen Methode genauere Resultate liefere als die andern. Da nur Fleisch oder Fleisch und Fett und zwar schon seit längerer Zeit gefüttert wurde, nahm ich von einer Bestimmung des in minimaler Menge vorhandenen Chlors Umgang. Der hierdurch entstehende Fehler kommt bei Fleischharn gar nicht in Betracht, da er innerhalb der Fehlergrenzen des Titrirverfahrens an und für sich liegt[1]). Im Uebrigen wurden bei Pflüger's Modification alle von ihm vorgeschriebenen Regeln befolgt: die Harnbarytmischung zuerst neutralisirt etc. Die directen Stickstoffzahlen wurden von Dr. Feder ermittelt. Sie sind das Mittel aus mindestens 2 gut stimmenden Analysen. Zur Titrirung wurden stets 15 ccm Harnbarytmischung = 5 ccm Harn abgemessen.

Tabelle I.

Bestimmungen des Stickstoffs im Hundeharn.

Nr. des Harns	5 ccm Harn enthalten Gramm Stickstoff				Differenz für je 100 ccm Harn in Gramm Stickstoff		
	direct bestimmt	nach Neubauer	nach Hoppe-Seyler	nach Pflüger	nach Neubauer	nach Hoppe-Seyler	nach Pflüger
I	**0,1302**	0,1310	0,1275	0,1300	+ 0,016	— 0,054	— 0,004
II	**0,1375**	0,1350	0,1380	0,1430	— 0,050	+ 0,010	+ 0,110
III	**0,1856**	0,1879	0,1843	0,1830	+ 0,046	— 0,026	— 0,052
IV	**0,1398**	0,1394	0,1411	0,1455	— 0,007	+ 0,026	+ 0,114
V	**0,1400**	0,1374	0,1384	0,1426	— 0,052	— 0,032	+ 0,052
VI	**0,1622**	0,1584	0,1599	0,1642	— 0,077	— 0,048	+ 0,040
VII	**0,1785**	—	0,1780	0,1794	—	— 0,009	+ 0,018
VIII	**0,1810**	0,1794	0,1795	0,1800	— 0,032	— 0,030	— 0,020
IX	**0,0534**	0,0569	0,0562	0,0550	+ 0,070	+ 0,056	+ 0,032
X[2])	**0,0800**	0,0862	0,0840	0,0833	+ 0,083	+ 0,053	+ 0,044

1) Voit: Ztschr. f. Biologie Bd. 1 S. 134.

2) Bei dieser Reihe wurden je 7,5 ccm Harn titrirt.

Digitized by Google

Daraus ergeben sich folgende Tagesmengen:

Tabelle II.

Nr. des Harns	Harnmenge pro Tag	Stickstoffausscheidung im Harn pro Tag				Differenz pro Tag in Gramm		
		direct bestimmt	nach Neubauer	nach Hoppe-Seyler	nach Pflüger	nach Neubauer	nach Hoppe-Seyler	nach Pflüger
I	610	**15,88**	15,98	15,55	15,86	+ 0,10	— 0,33	— 0,02
II	585	**16,10**	15,80	16,15	16,74	— 0,30	+ 0,05	+ 0,64
III	970	**36,11**	36,45	35,75	35,50	+ 0,34	— 0,36	— 0,61
IV	590	**16,49**	16,45	16,65	17,16	— 0,04	+ 0,16	+ 0,67
V	677	**18,97**	18,60	18,74	19,31	— 0,37	— 0,23	+ 0,34
VI	610	**19,80**	19,32	19,51	20,03	— 0,48	— 0,29	+ 0,23
VII	972	**34,69**	—	34,61	34,87	—	— 0,08	+ 0,18
VIII	820	**29,75**	29,42	29,43	29,52	— 0,33	— 0,32	— 0,23
IX [1]	600	**6,41**	6,83	6,75	6,60	+ 0,42	+ 0,34	+ 0,19
X		**6,41**	6,89	6,72	6,66	+ 0,48	+ 0,31	+ 0,25

Da es mir auch darum zu thun war, zu sehen, wie weit die Fehler durch äusserste Sorgfalt eliminirt werden können, wurden die Titrirungen aufs genaueste durchgeführt. Die Abweichungen von den Ergebnissen der directen Stickstoffbestimmung sind daher im Durchschnitt etwas kleiner als sie sonst gefunden wurden. Im Uebrigen bleibt es aber doch beim Alten. Nach keiner der verschiedenen Modificationen liefert die so expedite Liebig'sche Methode völlig genaue Werthe. Bei jenen Versuchen, bei denen Maximalfehler von $\pm$ 0,5 g Stickstoff pro Tag in Betracht kommen, in jenen Fällen also, bei denen, wie bei der Beantwortung der Frage, ob aller Stickstoff den Körper im Harn und Koth verlässt, der Stickstoff der Ein- und Ausfuhr aufs genaueste bestimmt werden muss, muss unbedingt nach wie vor die directe Stickstoffbestimmung ausgeführt werden. Dieselbe wird auch bei anderen Untersuchungen in Voit's Laboratorium schon seit langer Zeit für den Menschenharn und auch für den Hundeharn angewendet.

---

1) Zu beiden Versuchen diente derselbe verdünnte Harn von 1014 spec. Gewicht. Er wurde bei IX wie gewöhnlich bei Hundeharn mit dem doppelten Volum Barytmischung versetzt, bei X nur mit dem gleichen Volum, da sich dieses ausreichend zur Ausfällung der phosphorsauren Salze etc. erwies. Bei IX wurden also 5, bei X 7,5 ccm Harn titrirt.

Digitized by Google

Da keine Modification der Titrirung des Harnstoffs mit Quecksilberoxyd beim Harne erheblich Besseres leistet als die andern, so dürfte es gerechtfertigt sein, bei der Auswahl die Bequemlichkeit mitsprechen zu lassen. Pflüger's Verfahren kann sogleich von der Concurrenz ausgeschlossen werden; es ist das complicirteste von allen. Man bedenke, dass man einer zweiten Titrirflüssigkeit bedarf, dass man zuerst mit Salpetersäure neutralisiren und eventuell mit Normalsodalösung zurücktitriren muss, dass so lange herumzuprobiren ist, bis das Verhältniss 19,7 : 0,3 für den Neutralisationspunkt gefunden ist u. s. w. Das ältere Voit'sche (Neubauer'sche) Verfahren ist zwar rasch auszuführen und gibt dem darauf Eingeübten brauchbare Resultate, aber das stark subjective Moment desselben macht es unbehaglich und bewirkt, dass es in der Hand des Ungeübten fehlerhaft wird. Es käme somit nur das gegenwärtig hier übliche (Hoppe-Seyler'sche) Verfahren in Betracht, das die Promptheit des Eintritts der Endreaction für sich hat. Aber auch diese Modification ist umständlich, verlangt vorsichtiges Arbeiten und sehr häufig mehr als 2 Titrirungen. Ich glaube daher für gewisse Fälle[1]) das alte Liebig'sche Verfahren empfehlen zu dürfen. Es lässt zwar über 0,2—0,3 ccm Zusatz in Zweifel, theilt aber mit dem älteren Voit'schen Verfahren den Vorzug der raschen und leichten Ausführbarkeit. Ich habe in mehreren Harnen den Harnstoff in dieser Weise titrirt, und man sieht aus den folgenden Zahlen, dass die Genauigkeit der Angaben nach Hoppe-Seyler nicht um so viel grösser ist, um für gewisse Fälle den mindestens dreimal grösseren Zeitaufwand, den das letztere Verfahren fordert, aufzuwiegen.

Nr. des Harns	5 ccm enthalten Gramm Stickstoff			Differenz für 100 ccm in Gramm	
	direct bestimmt	nach Hoppe-Seyler	nach Liebig	nach Hoppe-Seyler	nach Liebig
I	0,0543	0,0535	0,0577	— 0,016	+ 0,068
II	0,1402	0,1433	0,1433	+ 0,062	+ 0,062
III	0,0555	0,0556	0,0576	+ 0,002	+ 0,044
IV	0,1800	0,1780	0,1825	— 0,040	+ 0,050

1) z. B. zur vorläufigen Orientirung über die Eiweisszersetzung.

Digitized by Google

Ich möchte mir deshalb erlauben, nochmals kurz die

Titerstellung nach Liebig

zu beschreiben.

Man lässt zu 10 ccm 2proc. Harnstofflösung die annähernd verdünnte Quecksilberlösung zufliessen, so lange sich der Niederschlag deutlich vermehrt, und fährt hierauf mit dem Zusatze fort, indem man von Zeit zu Zeit, nachdem man den Niederschlag tüchtig aufgerührt hat, einige Tropfen auf ein Uhrglas bringt, das auf weisser oder schwarzer Unterlage[1]) steht. Man schüttelt rasch um und lässt einen Tropfen verdünnte Sodalösung zufliessen, nach einigen Secunden abermals einen und so fort, bis die Flüssigkeit alkalisch ist. Bleibt sie dabei weiss, so fährt man mit dem Zusatze der Quecksilberlösung fort, bis eine neue Probe im Uhrglase bei Zusatz von kohlensaurem Natron deutlich gelblich gefärbt wird.

Auf der Oberfläche der Probetropfen bildet sich häufig ein dünnes Häutchen, das irisirend die Endreaction vortäuschen könnte. Bei einiger Aufmerksamkeit ist jedoch eine Verwechslung nicht wohl möglich. Noch ein Punkt ist zu beachten, nämlich dass die Titrirung rasch beendigt werden muss, da nach kurzer Zeit durch eine weitere Umsetzung in der Flüssigkeit die Endreaction zu früh eintreten würde. Doch hat man, wie ich mich wiederholt überzeugte, 10—15 Minuten Zeit.

Ebenso wenig wie bei anderen Titerflüssigkeiten ist es für die Richtigkeit der Resultate erforderlich, dass die Titerlösung normal sei, also 1 ccm genau gleich 10 mg Harnstoff. Falls man aber, der Bequemlichkeit der Rechnung halber, eine Normallösung zu haben wünscht oder falls die zuerst bereitete Quecksilberlösung eine zu weit differirende Concentration hat (Verbrauch von weniger als 19 oder mehr als 20 ccm), so corrigirt man dieselbe in bekannter Weise durch Zusatz von Wasser oder concentrirterer Lösung und stellt dann aufs neue, wie oben angegeben, den Titer definitiv.

---

1) Je nachdem man bei der Titerstellung auf schwarzer oder weisser Unterlage titrirt hat, muss man auch bei den Harntitrirungen verfahren.

Digitized by Google

Berichtigung.

Ich ergreife die Gelegenheit, um einen Irrthum zu berichtigen, der mir bedauerlicherweise in meiner Abhandlung „Untersuchungen über die Ausscheidungswege des Sticktsoffs aus dem thierischen Organismus“[1]) unterlaufen ist. Ich schreibe dort auf Seite 396 bei Besprechung der Schwefelbestimmung im Harn und Fleisch E. Salkowski die unrichtige Angabe zu, dass es möglich sei, auch bei Gegenwart von salpetersauren Salzen, von Alkalisalzen und organischer Substanz den schwefelsauren Baryt durch fortgesetztes Waschen mit heissem Wasser und intercurrente Behandlung mit Salzsäure völlig zu reinigen, und ich messe ihm die Schuld an dem fehlerhaften Ausfalle einer Anzahl meiner Analysen bei.

Diese Beschuldigung war nicht berechtigt.

Wie mich Herr Prof. E. Salkowski aufmerksam macht, verweist er, was ich übersehen habe, an der von mir citirten Stelle[2]) ausdrücklich auf frühere Bemerkungen[3]) über die Schwefelbestimmung, wo er angibt, dass er stets vor der Ausfällung der Schwefelsäure die Salpetersäure aus der Lösung der Schmelze durch Abdampfen mit Salzsäure entferne, wie es Fresenius[4]) vorgeschlagen hat. Es sind daher in der Lösung, aus welcher das Bariumsulfat gefällt wird, nur mehr Alkalisalze und Spuren organischer Substanz enthalten, und nur diese behauptet Prof. Salkowski in der angegebenen Weise aus dem Niederschlage entfernen zu können.

---

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 16 S. 367.
2) Ztschr. f. physiol. Chemie Bd. 1 S. 16.
3) Archiv f. path. Anat. Bd. 58 S. 12 u. Bd. 66 S. 326.
4) Ztschr. f. analyt. Chemie Bd. 9 S. 52.

Digitized by Google

Vergleichende Bestimmungen des Fettgehaltes der Milch durch Gewichtsanalyse, mittels des Lactobutyrometers und der neuen aräometrischen Methode von Soxhlet.

Von

Dr. E. Egger,

Assistenten am hygienischen Institute zu München.

Von den vielen Methoden und Apparaten, welche ersonnen worden sind, um den wichtigsten Bestandtheil der Milch, das Fett, auf eine raschere und doch nahezu gleich sichere Weise bestimmen zu können, wie dies durch Gewichtsanalyse möglich ist, hat das Marchand'sche Lactobutyrometer, insbesondere bei Anwendung der von Tollens und Schmidt vorgeschlagenen Modificationen, bisher die brauchbarsten Resultate geliefert.

Neuerdings hat Soxhlet[1]) ein Verfahren angegeben, welches darauf beruht, dass gemessene Mengen von Milch, Kalilauge und Aether zusammengeschüttelt werden, wodurch das in der Milch enthaltene Fett vom Aether aufgelöst wird und sich an der Oberfläche der Flüssigkeit ansammelt. Erscheint die Aetherfettlösung klar, so wird sie mittels eines Gummiblasbalges in den von einem Kühler eingeschlossenen Glascylinder eines sinnreich construirten Apparates gepumpt und hierin mittels eines fein getheilten Aräometers das spec. Gewicht der Fettlösung und damit zugleich der Fettgehalt der Milch festgestellt.

Auf eine genaue Beschreibung des Apparates kann hier nicht näher eingegangen werden.

---

1) Ztschr. d. landwirthschaftl. Vereins in Bayern 1880.

Digitized by Google

In Anbetracht der Wichtigkeit und der Bedeutung, welche eine rasche und sichere Ausführung der Fettbestimmung in der Milch gerade für Nahrungsmittel-Controlstationen hat, wurde an der Untersuchungsstation für Nahrungsmittel, Genussmittel etc. am hygienischen Institute zu München sowohl mit diesem neuen Apparate, als auch mit dem Lactobutyrometer nach Tollens und Schmidt[1]) der Fettgehalt verschiedener Milchproben festgestellt und mit den bei der Gewichtsanalyse erhaltenen Resultaten verglichen.

Die gewichtsanalytischen Bestimmungen wurden stets in der von Soxhlet[2]) angegebenen Weise durch Verreiben und Trocknen einer gewogenen Menge Milch mit Gyps und nachheriger Extraction des Fettes mit wasserfreiem Aether in dem von ihm beschriebenen Entfettungsapparate vorgenommen. Hatte diese Operation 2 Stunden gedauert, so überzeugte man sich durch Untersetzen eines neuen, halb mit Aether gefüllten Kölbchens und nochmaliger einstündiger Extraction, ob wirklich alles Fett aus der Mischung der Milch mit Gyps ausgezogen worden ist.

Die Handhabung des Lactobutyrometers geschah genau nach den von Tollens und Schmidt bei Beschreibung ihres Verfahrens gegebenen Vorschriften. Die Concentration des hierbei in Verwendung genommenen Alkohols war 92 % Tralles. Nach dem Schütteln, das, wie die Erfahrung lehrte, sehr sorgfältig ausgeführt werden muss, wenn man gute Resultate erhalten will, wurde die Lactobutyrometerröhre in Wasser von 40° C. gebracht und so lange in demselben belassen, als noch ein Aufsteigen von Fetttröpfchen zu bemerken war, hierauf dieselbe in Wasser von 20° C. eingesenkt und nach einiger Zeit die Höhe der Fettschichte abgelesen.

In der von Tollens und Schmidt für die Lactobutyrometerablesungen berechneten Tabelle bezeichnen die Procentzahlen Volumprocente. In der nachfolgenden Zusammenstellung der hier gewonnenen Resultate sind, um leichter einen Vergleich zu ermöglichen, die mit Hilfe dieser Tabelle gefundenen Volumprocente unter Zugrundelegung des spec. Gewichts der untersuchten Milch auf Gewichtsprocente umgerechnet.

1) Journ. f. Landwirthschaft 1878 S. 361.

2) Dingler's Polytechn. Journal Bd. 232 S. 461.

Digitized by Google

Nr.	gewichts-analytisch gefunden	aräometrisch	Lactobutyro-meter	aräometrisch mehr oder weniger	mit Lactobutyro-meter mehr oder weniger
1.	3,27 %	3,35	3,27	+ 0,08	0,00
2.	3,79	3,73	3,68	— 0,06	— 0,11
3.	4,18	4,21	4,09	+ 0,03	— 0,09
4.	4,18	4,18	4,09	0,00	— 0,09
5.	3,72	3,68	3,58	— 0,04	— 0,14
6.	3,54	3,48	3,38	— 0,06	— 0,16
7.	3,62	3,53	3,48	— 0,09	— 0,14
8.	4,04	3,98	3,68	— 0,06	— 0,36
9.	3,85	3,85	3,78	0,00	— 0,07
10.	4,06	3,99	3,89	— 0,07	— 0,17
11.	3,97	3,99	3,89	+ 0,02	— 0,08
12.	3,99	3,92	3,89	— 0,07	— 0,10
13.	3,79	3,74	3,68	— 0,05	— 0,11
14.	3,63	3,57	3,48	— 0,06	— 0,15
15.	3,79	3,73	3,68	— 0,06	— 0,11
16.	3,85	3,81	3,78	— 0,04	— 0,07
17.	3,87	3,86	3,78	— 0,01	— 0,09
18.	3,75	3,69	3,58	— 0,06	— 0,17

Die erhaltenen Zahlen sprechen zu Gunsten der neuen aräometrischen Methode, indem die gefundenen Differenzen sämmtlich innerhalb der zweiten Decimale liegen, während die Mehrzahl der Bestimmungen mittels des Lactobutyrometers in der ersten Decimale von dem Ergebnisse der Gewichtsanalyse abweicht. In jüngster Zeit hat Schmöger[1]) 125 vergleichende Bestimmungen mittels des Lactobutyrometers und der Gewichtsanalyse ausgeführt und dabei für das Lactobutyrometer in der Regel um 0,2, in einzelnen Fällen um reichlich 0,4 Gewichtsprocente zu niedrige Zahlen gefunden. Schmöger schlägt nun auf Grund seiner Versuche vor, die mittels des Lactobutyrometers gefundenen sogenannten Volumprocentzahlen um 0,1 zu erhöhen und dieselben als Gewichtsprocente zu betrachten, wodurch eigentlich eine Erhöhung der Schmidt-Tollens'schen Werthe um 0,2 % vorgenommen wird. Die Anwendung dieser Correctur auf die hier mitgetheilten, meistens um 0,1 zu niedrigen Resultate würde dieselben fast regelmässig um 0,1 % zu hoch ergeben.

1) Journ. f. Landwirthschaft 1881 S. 129.

Digitized by Google

Histiologische und physiologische Studien.

Von

G. Valentin.

Einundzwanzigste Abtheilung.

XLII. Das Pikrotoxin als Beförderungsmittel der Kohlensäureausscheidung.

Die neueren Verhandlungen über den Ursprung der in der Lungen- und Hautausdünstung davongehenden Kohlensäure bewegen mich, auf einen Körper aufmerksam zu machen, welcher die Menge dieser Verbindung beträchtlich vergrössert, während die des verzehrten Sauerstoffes nicht nur nicht in gleichem Maasse wächst, sondern sogar meistentheils abnimmt.

Auflösungen des Pikrotoxins in Weingeist oder in Aether konnten zu diesen Untersuchungen nicht dienen, weil diese Lösungsmittel auf Frösche schädlich und selbst tödlich wirken und die Dämpfe derselben die Richtigkeit der eudiometrischen Analysen gefährden. Ich behandelte daher so kleine Pikrotoxinmengen mit kochendem destillirten Wasser, dass sich keine Spur des Aufgelösten bei dem Erkalten niederschlug.

Die Wägung eines 25^{ccm} bis zu einer Quermarke fassenden Kochfläschchens vor und nach der Einfüllung des Pikrotoxins lehrte, dass dieses $0{,}055^{g}$ betrug. Ich goss hierauf ungefähr $25\frac{1}{2}^{ccm}$ Wasser hinzu und liess es mehrere Male aufkochen. Die hierdurch erzeugte vollständige Auflösung erschien klar, in durchfallendem Lichte farblos, in auffallendem spurweise gelblich. Keine sichtliche Menge von Pikrotoxin setzte sich nach dem Erkalten ab. Die Lösung

Digitized by Google

wog dann 24,780g. Sie entsprach also 24,725g Wasser und enthielt 0,22 % Pikrotoxin.

55 Grade oder Tropfen der zu diesen Untersuchungen gebrauchten Pravaz'schen Spritze wogen 0,975g. Sie führten also 2,16mg des Giftes. Ein Tropfen hatte ein Gewicht von 0,0177g. Er entsprach 0,00004g oder $^1/_{25}$mg Pikrotoxin.

Das Gift ward immer in die Unterleibshöhle gespritzt. Das analytische Verfahren stimmte mit dem der eudiometrisch-toxikologischen Untersuchungen. Die Versuche wurden meistentheils an lebhaften Exemplaren von Rana esculenta, die, im October eingefangen, in grösserer Zahl in demselben Behälter aufbewahrt worden, im Laufe des Decembers und des Januars angestellt.

Erste Versuchsreihe.

Körpergewicht des Frosches	=	31,55g
Rauminhalt desselben	=	28,20ccm
Eigenschwere	=	1,12
Zu Gebote stehende Behälterluft . .	=	301,07 — 28,20 = 272,87ccm

Der kleine, sehr lebhafte Frosch wurde zuerst 5 und dann 5$^1/_2$ Stunden auf seinen Gaswechsel in gesundem Zustande an zwei auf einander folgenden Tagen geprüft. Ich spritzte ihm hierauf 55 Tropfen der Pikrotoxinlösung in die Bauchhöhle am dritten Tage und setzte ihn unmittelbar darauf für 5$^2/_3$ Stunden in den Prüfungsbehälter. Er athmete zuerst auffallend lebhaft mit der Kehle, lieferte nach einiger Zeit eine sehr reichliche Hautabsonderung einer weissen schleimigen Flüssigkeit, die alkalisch reagirte, und stellte sich, 22 Minuten nach der Einführung des Giftes, auf den Hinterbeinen krampfhaft auf, sank jedoch sogleich wiederum zusammen. Dasselbe wiederholte sich in der Folge einige Male von selbst oder nach Erschütterungen des Behälters. Das Thier antwortete schon 10 Minuten später nicht mehr, wenn man an den Behälter klopfte, und lieferte nur noch hin und wieder von selbst schwache Bewegungen des Oberkörpers und der Vorderbeine. Diese Zusammenziehungen zeigten sich auch, nachdem man es nach 5$^2/_3$ Stunden aus dem Behälter genommen hatte, sowie man die Haut berührte. Hatte ich den Unterleib angefasst, so klemmten einmal die beiden

Digitized by Google

Vorderbeine meinen Zeigefinger mit verhältnissmässig starker Pressung zusammen und verharrten in dieser Stellung längere Zeit.

Für 18 Stunden abermals in den Behälter gesetzt, erschien der Frosch nach dem Herausnehmen noch unbeweglicher als früher, beantwortete aber den Druck oder die Reibung der Haut der Vorder- oder der Hinterbeine mit Zusammenziehungen. Er schlug dabei einmal die Vorderfüsse starrkrampfartig zusammen.

War er abermals 5 5/6 Stunden in dem Behälter gelassen worden, so lag er wie todt da und lieferte nur noch sehr schwache und langsame Reflexbewegungen. Die Fähigkeit, sie zu erzeugen, erhielt sich noch zwei Tage lang. Diese letzte Lebensspur war aber am dritten Tage nicht mehr vorhanden.

Die Grundwerthe der Gasbestimmungen waren:

Versuchsnummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Auf 0° C. zurückgeführter Barometerstand in Mm.	Wärme in Celsiusgraden		Endunterschied der Quecksilberhöhe der Druckröhre in Mm.
				am Anfange	am Ende	
1.	gesund	5	713,05	15,8°	13,1°	— 6,6
2.	dsgl.	5 1/2	708,13	15,8	14,2	+ 3,0
3.	mit 2 1/7 mg Pikrotoxin vergiftet	5 2/3	706,90	15,5	15,2	+ 1,0
4.	absterbend	18	706,90 u. 713,75	15,1	11,1	— 4,4
5.	todt	5 5/6	713,75	12,5	11,1	— 4,8

Die Eudiometeranalysen gaben:

Versuchsnummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Volumenprocente der Endluft		Volumenprocente des verzehrten Sauerstoffes	Volumen des aufgenommenen Sauerstoffes, das der Kohlensäure = 1
			Kohlensäure	Sauerstoff		
1.	gesund	5	4,88	14,17	6,79	1,40
2.	dsgl.	5 1/2	2,38	15,30	5,66	2,40
3.	mit 2 1/7 mg Pikrotoxin vergiftet	5 2/3	8,35	13,74	7,22	0,87
4.	absterbend	18	4,25	12,01	8,95	2,10
5.	todt	5 5/6	3,46	15,71	5,25	1,52

Digitized by Google

Die Endberechnungen liefern daher:

Versuchsnummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Normalvolumen der Behälterluft in Kubikcentimetern		Auf 1kg Körpergewicht und 1 Stunde kommende Menge in Gramm		Gewicht des aufgenommenen Sauerstoffes, das der Kohlensäure = 1
			am Anfange	am Ende	ausgeschiedene Kohlensäure	verzehrter Sauerstoff	
1.	gesund	5	237,49	238,08	0,146	0,146	1,00
2.	dsgl.	$5^{1}/_{2}$	235,82	238,27	0,065	0,107	1,70
3.	mit $2^{1}/_{7}$ mg Pikrotoxin vergiftet	$5^{2}/_{3}$	232,81	236,40	0,219	0,131	0,60
4.	absterbend	18	236,17	241,35	0,037	0,052	1,41
5.	todt	$5^{5}/_{6}$	241,33	242,92	0,090	0,097	1,08

Das aufregend wirkende Pikrotoxin hatte die Menge der ausgehauchten Kohlensäure so sehr vergrössert, dass der den Einheiten des Körpergewichtes und der Zeit entsprechende Werth den höchsten des gesunden Zustandes gerade um die Hälfte übertraf und $3^{2}/_{5}$ mal so viel als der kleinste betrug. Der aufgenommene Sauerstoff stieg nur gegenüber der niedersten Grösse des gesunden Zustandes. Er blieb aber in Vergleich zu dem grössten merklich zurück. Das Sauerstoffverhältniss sank auf $^{3}/_{5}$ bis $^{3}/_{7}$. Die folgenden 18 Stunden, während deren die erregende Wirkung nicht mehr vorhanden war, lieferten, wie immer, niedere absolute Werthe der ausgeschiedenen Kohlensäure und des aufgenommenen Sauerstoffes wegen des langen Aufenthaltes in dem geschlossenen Raume. Das Sauerstoffverhältniss stieg wiederum beträchtlich. Die letzten $5^{5}/_{6}$ Stunden gaben einen Kohlensäurewerth, der zwischen den beiden des gesunden Zustandes lag. Er betrug jedoch weniger als die Hälfte dessen, den die ersten $5^{2}/_{3}$ Stunden der Erregungsstufe ergeben hatten. Der aufgenommene Sauerstoff blieb hinter dem der gesunden Tage zurück und das Sauerstoffverhältniss war grösser als in den ersten $5^{2}/_{3}$ Stunden nach der Vergiftung.

Berechnen wir das Normalvolumen der Endluft unter der Voraussetzung der Unveränderlichkeit des Stickstoffes und vergleichen hiermit den Unterschied von dem Anfangsvolumen, den die Erfahrung geliefert hat, so erhalten wir:

Digitized by Google

Versuchs-nummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Unterschied der Normalvolumina der Behälterluft im Anfange und am Ende in Kubikcentimetern		
			berechnet	gefunden	Abweichung
1.	gesund	5	— 4,52	+ 0,59	+ 5,11
2.	dsgl.	$5^1/_2$	— 7,86	+ 2,45	+ 10,31
3.	mit $2^1/_7$ mg Pikrotoxin vergiftet	$5^2/_3$	+ 3,07	+ 3,59	+ 0,52
4.	absterbend	18	— 11,34	+ 5,18	+ 16,52
5.	todt	$5^5/_6$	— 4,37	+ 1,59	+ 5,96

Die starke Kohlensäureausscheidung während der Erregungsstufe in den ersten $5^2/_3$ Stunden nach der Vergiftung scheint hiernach mit keiner wesentlichen Aenderung des Stickstoffes verbunden gewesen zu sein. Die Grenzen der durch die Berechnung in hohem Grade vervielfältigten Beobachtungsfehler dürften von der Abweichung, welche die folgenden 18 Stunden liefern, überschritten worden sein. Man müsste daher in diesem Falle annehmen, dass Stickstoff, wie bei der Erstickung im geschlossenen Raume, ausgeschieden worden.

Zweite Versuchsreihe.

Körpergewicht des Frosches . . . . = 51,39 g
Rauminhalt desselben . . . . = 45,50 ccm
Eigenschwere . . . . = 1,13
Zu Gebote stehende Behälterluft . . = 301,07 — 45,50 = 255,57 ccm

Das grosse Froschweibchen, dessen Bauchwände von den mit zahlreichen Eiern versehenen Eierstöcken stark hervorgetrieben wurden, kam zuerst in gesundem Zustande in den Behälter je 5 Stunden lang an zwei auf einander folgenden Tagen. Ich spritzte ihm dann 55 Tropfen der Pikrotoxinlösung in die Bauchhöhle am dritten Tage und setzte es unmittelbar darauf in den Behälter für 5 Stunden ein. Es dauerte ungefähr eine halbe Stunde, bis sich eine so reichliche Hautabsonderung eingefunden hatte, dass der sonst freie Raum von dem Boden des Behälters bis ungefähr 3 cm über dem aufrecht stehenden Frosche mit der schaumigen, grosse Luftblasen führenden Flüssigkeit gefüllt war. Das Thier hatte sich einmal, ungefähr eine Viertelstunde nach der Vergiftung, in Folge einer Erschütterung krampfhaft aufgerichtet. Diese Reflexwirkung

Digitized by Google

wurde nach kurzer Zeit immer schwächer und verlor sich bald fast gänzlich.

Der aus dem Behälter genommene Frosch lag wie todt da und lieferte keine Reflexerscheinungen mehr, man mochte die Vorder- oder die Hinterzehen drücken. Es zeigten sich dagegen von Zeit zu Zeit von selbst auftretende Bewegungen, besonders der Vorderbeine.

Abermals für 19 Stunden eingesetzt, gab nachher der Frosch kein Lebenszeichen mehr von sich. Ein auf die Hinterzehen ausgeübter Druck wurde nicht beantwortet. Wiederholte man hingegen das Gleiche an einer Vorderzehe, so zeigten sich nicht bloss langsam ablaufende Zusammenziehungen der Muskeln der Vorderbeine, sondern auch der der Unterleibswände.

Hatte der Frosch 5 Stunden in dem Behälter abermals zugebracht, so war seine Muskulatur selbst für starke Schläge des Rühmkorff nicht mehr empfänglich.

Man hatte als Grundwerthe:

Versuchsnummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Auf 0° C. zurückgeführter Barometerstand in Mm.	Wärme in Celsiusgraden		Endunterschied der Quecksilberhöhe der Druckröhre in Mm.
				am Anfange	am Ende	
6.	gesund	5	713,91	13,8°	15,0°	— 0,20
7.	dsgl.	5	714,49	15,6	14,0	+ 0,60
8.	mit $2^1/_7$ mg Pikrotoxin vergiftet	5	701,05	15,3	14,2	— 0,80
9.	scheintodt	19	701,05 u. 704,78	17,5	11,9	— 7,20
10.	todt	$5^1/_6$	704,78	13,2	13,8	+ 1,20

Die Gasanalysen lehrten:

Versuchsnummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Volumenprocente der Endluft		Volumenprocente des verzehrten Sauerstoffes	Volumen des aufgenommenen Sauerstoffes, das der Kohlensäure = 1
			Kohlensäure	Sauerstoff		
6.	gesund	5	4,19	12,86	8,12	1,94
7.	dsgl.	5	3,64	14,59	6,37	1,75
8.	mit $2^1/_7$ mg Pikrotoxin vergiftet	5	7,23	15,36	6,60	0,77
9.	scheintodt	19	2,24	15,32	5,64	2,54
10.	todt	$5^1/_6$	2,95	14,75	6,21	2,11

Digitized by Google

Man berechnet hieraus:

Versuchs-nummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Normalvolumen der Behälterluft in Kubikcentimetern		Auf 1kg Körpergewicht und 1 Stunde kommende Menge in Gramm		Gewicht des aufgenommenen Sauerstoffes, das der Kohlensäure = 1
			am Anfange	am Ende	ausgeschiedene Kohlensäure	verzehrter Sauerstoff	
6.	gesund	5	224,78	223,47	0,072	0,103	1,44
7.	dsgl.	5	223,10	224,94	0,063	0,073	1,16
8.	mit $2\,^1/_7$ mg Pikrotoxin vergiftet	5	218,87	219,65	0,118	0,065	0,55
9.	scheintodt	19	216,65	220,39	0,009	0,019	2,11
10.	todt	$5\,^1/_6$	222,44	223,17	0,049	0,074	1,51

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe stimmen im Wesentlichen mit denen der vorhergehenden. Die Erregungszeit der Pikrotoxinvergiftung lieferte durchschnittlich für das Kilogramm und die Stunde etwas mehr als $1\,^3/_5$ mal so viel Kohlensäure, wie der grösste Werth des gesunden Thieres betrug, und 1,9 mal der kleinsten Grösse der Art. Da diese Erhöhung der Kohlensäureausscheidung geringer, als in der vorhergehenden Versuchsreihe ausfiel, während die Vermehrung der Hautabsonderung weit beträchtlicher erschien, so folgt, dass beide Vorgänge nicht in gleichem Verhältnisse steigen, dass also die reichlichere Kohlensäureausscheidung nicht ausschliesslich von der Hautabsonderung abhängt. Der verzehrte Sauerstoff blieb schon hinter den beiden Werthen des gesunden Zustandes zurück. Das Sauerstoffverhältniss sank daher um so beträchtlicher.

Der darauffolgende Aufenthalt von 19 Stunden in dem geschlossenen Raume setzte den Gaswechsel, wie gewöhnlich, bedeutend herab, so dass nur $^1/_{13}$ der Kohlensäure des unmittelbar vorangehenden Zeitabschnittes ausgeschieden und zwischen $^1/_3$ und $^1/_4$ des Sauerstoffes aufgenommen wurde. Diese Werthe zeigen unmittelbar, dass das Sauerstoffverhältniss bedeutend gestiegen war.

Die letzten $5\,^1/_6$ Stunden gaben ungefähr $^1/_6$ weniger Kohlensäure als die kleinste Zahl des gesunden Thieres, dagegen beinahe die gleiche Menge verzehrten Sauerstoffes wie diese. Das Sauerstoffverhältniss fiel geringer als während des unmittelbar vorhergehenden Zeitabschnittes, aber ungefähr dreimal so gross als während

Digitized by Google

der Erregungszeit aus. Es übertraf nur um Weniges den ersten Tag des gesunden Zustandes.

Die Stickstoffberechnungen liefern:

Versuchs-nummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Unterschied der Normalvolumina der Behälterluft am Anfange und am Ende in Kubikcentimetern		
			berechnet	gefunden	Abweichung
6.	gesund	5	— 8,72	— 1,31	+ 7,41
7.	dsgl.	5	— 6,07	+ 1,84	+ 7,91
8.	mit 2 1/7 mg Pikrotoxin vergiftet	5	+ 1,38	+ 0,78	— 0,60
9.	scheintodt	19	— 7,49	+ 3,74	+ 11,23
10.	todt	5 1/6	— 7,28	+ 0,73	+ 8,01

Diese Zahlen stimmen mit denen der vorangehenden Versuchsreihe insofern überein, als sie keine bestimmte Stickstoffänderung während der ersten, der Vergiftung folgenden Erregungszeit nachweisen, einen Austritt von Stickstoff dagegen in dem fortgesetzten 19stündigen Aufenthalt in dem Behälter andeuten. Das Verweilen in dem geschlossenen Raume führte auch vielleicht zu einer geringen Ausscheidung von Stickstoff in dem nachfolgenden Versuche.

Dritte Versuchsreihe.

Körpergewicht des Frosches . . . . = 47,83 g
Rauminhalt desselben . . . . = 43,20 ccm
Eigenschwere . . . . = 1,11
Zu Gebote stehende Behälterluft . . = 301,07 — 43,20 = 257,87 ccm

Nachdem der Gaswechsel des mittelgrossen Froschweibchens zwei Tage hinter einander 5 1/3 und 5 1/6 Stunden untersucht worden, spritzte ich 55 Tropfen der Pikrotoxinlösung in die Bauchhöhle am dritten Tage und setzte unmittelbar darauf das Thier für 5 Stunden in den Behälter ein. Die Hautabsonderung, die schon ungefähr eine Viertelstunde nach der Vergiftung anfing, fiel bedeutend sparsamer als in der vorhergehenden Versuchsreihe aus. Das Thier richtete sich auch nicht nach Erschütterungen auf, sondern beantwortete sie von vorn herein sehr schwach und nach kurzer Zeit gar nicht mehr. Es öffnete im Anfange den Mund zu wiederholten Malen, als ob ihm die in das Blut übergegangene bittere Lösung eine unangenehme Geschmacksempfindung erzeugt hätte. Der Frosch

Digitized by Google

athmete mit der Kehle etwas später langsam und offenbar beschwerlich. Alle diese Erscheinungen verloren sich jedoch nicht lange darauf. Die erste erregende Wirkung fiel also hier schwächer aus und verschwand nach verhältnissmässig kurzer Zeit.

Der aus dem Behälter genommene Frosch lag wie todt da. Ein auf die Hinterzehen ausgeübter Druck blieb erfolglos. Das Zusammenpressen einer Vorderzehe hingegen erzeugte schwache Kehlbewegungen zu wiederholten Malen.

Von neuem für 18 Stunden eingesetzt, zeigte nachher das Thier keine Spur von Empfänglichkeit für die stärksten Schläge des Rühmkorff. Die Reizbarkeit hatte sich also nach verhältnissmässig sehr kurzer Zeit verloren, ohne dass Starrkrämpfe aufgetreten wären. Oeffnete ich den Unterleib des Frosches, nachdem er wiederum $5\frac{2}{5}$ Stunden in dem Behälter zugebracht hatte, so konnten mechanische Reize das stillstehende Herz nicht mehr zur Bewegung bringen.

Die Grundwerthe waren:

Versuchsnummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Auf 0° C. zurückgeführter Barometerstand in Mm.	Wärme in Celsiusgraden		Endunterschied der Höhe der Quecksilbersäule der Druckröhre in Mm.
				am Anfange	am Ende	
11.	gesund	$5\frac{1}{3}$	701,42	14,4°	15,0°	— 2,4
12.	dsgl.	$5\frac{1}{6}$	702,88	17,8	16,0	— 1,0
13.	mit $2\frac{1}{7}$ mg Pikrotoxin vergiftet	5	708,37	17,9	13,9	— 2,6
14.	todt	18	708,37 u. 719,57	13,5	11,0	— 3,6
15.	dsgl.	$5\frac{2}{5}$	719,57	12,2	16,7	+ 4,0

Die Eudiometerbestimmungen ergaben:

Versuchsnummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Volumenprocente der Endluft		Volumenprocente des verzehrten Sauerstoffes	Volumen des aufgenommenen Sauerstoffes, das der Kohlensäure = 1
			Kohlensäure	Sauerstoff		
11.	gesund	$5\frac{1}{3}$	5,27	11,76	9,20	1,75
12.	dsgl.	$5\frac{1}{6}$	3,12	15,90	5,06	1,62
13.	mit $2\frac{1}{7}$ mg Pikrotoxin vergiftet	5	5,28	16,47	4,49	0,85
14.	todt	18	1,55	16,83	4,13	2,66
15.	dsgl.	$5\frac{2}{5}$	2,23	19,11	1,85	0,83

Digitized by Google

Die Endberechnung liefert daher:

Versuchsnummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Normalvolumen der Behälterluft in Kubikcentimetern		Auf 1kg Körpergewicht und 1 Stunde kommende Menge in Gramm		Gewicht des aufgenommenen Sauerstoffes, das der Kohlensäure = 1
			am Anfange	am Ende	ausgeschiedene Kohlensäure	verzehrter Sauerstoff	
11.	gesund	$5^1/_3$	222,14	220,75	0,091	0,116	1,27
12.	dsgl.	$5^1/_6$	219,07	220,06	0,053	0,061	1,15
13.	mit $2^1/_7$ mg Pikrotoxin vergiftet	5	220,75	224,04	0,098	0,056	0,57
14.	todt	18	225,29	230,31	0,008	0,014	1,75
15.	dsgl.	$5^2/_5$	230,28	226,84	0,039	0,027	0,69

Diese Versuchsreihe lehrt, dass die Grösse der Erhöhung der Kohlensäureausscheidung von der Stärke der Erregungsstufe wesentlich abhängt. Die Hautabsonderung vermehrte sich dieses Mal weniger als in den früheren Versuchen. Sie schien dafür schleimiger zu sein. Das starrkrampfartige Aufrichten des Thieres fehlte gänzlich. Die Stufe der Lähmung und des Mangels der Leistungsfähigkeit trat nach kurzer Zeit ein. Die auf das Kilogramm Körpergewicht und die Stunde kommende Kohlensäuremenge der während der ersten fünf nach der Vergiftung verflossenen Stunden übertraf zwar den höchsten Werth, den das gesunde Thier geliefert hatte, jedoch nur um $^1/_{13}$, also um viel weniger als in den vorhergehenden Versuchsreihen. Der verzehrte Sauerstoff glich ungefähr der Hälfte des grössten und $^9/_{10}$ des kleinsten Werthes des gesunden Thieres. Das Sauerstoffverhältniss sank auf $^9/_{20}$ bis $^9/_{10}$ der beiden vorhergehenden Analysen.

Die folgenden 18 Stunden lieferten, wie gewöhnlich, kleine absolute Werthe der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes wegen des längeren Aufenthaltes in dem geschlossenen Raume. Das Sauerstoffverhältniss aber stieg auf das Dreifache. Die letzten $5^2/_5$ Stunden gaben weniger Kohlensäure und aufgenommenen Sauerstoff, als das lebende Thier geliefert hatte. Das Sauerstoffverhältniss hatte sich verkleinert.

Digitized by Google

Man erhält für die Stickstoffberechnungen:

Versuchs-nummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Unterschied der Normalvolumina der Behälterluft am Anfange und am Ende in Kubikcentimetern		
			berechnet	gefunden	Abweichung
11	gesund	$5^1/_3$	— 8,61	— 1,39	+ 7,22
12.	dsgl.	$5^1/_6$	— 3,18	+ 0,99	+ 4,17
13.	mit $2^1/_7$ mg Pikrotoxin vergiftet	5	+ 1,99	+ 3,29	+ 1,30
14.	todt	18	— 5,99	+ 5,02	+ 11,02
15.	dsgl.	$5^2/_5$	+ 0,90	— 3,44	— 4,24

Diese Zahlen gewähren wiederum keinen Anhalt, um auf eine Stickstoffveränderung während der ersten 5 Stunden nach der Vergiftung zu schliessen. Eine Stickstoffausscheidung hingegen scheint sich während des 18stündigen Aufenthaltes in dem geschlossenen Raume eingefunden zu haben.

Vierte Versuchsreihe.

Körpergewicht des Frosches . . . . = 38,98 g
Rauminhalt desselben . . . . = 35,30 ccm
Eigenschwere . . . . = 1,10
Zu Gebote stehende Behälterluft . . = 301,07 — 35,30 = 265,77 ccm

Nachdem der Gaswechsel des gesunden Thieres für 5 Stunden am ersten und $5^1/_4$ Stunden an dem zweiten Tage untersucht worden, spritzte ich 30 Tropfen der Pikrotoxinlösung, die 1,2 mg des Giftes enthielten, in die Bauchhöhle und setzte unmittelbar darauf das Froschmännchen in den Behälter ein. Er hatte so viel schleimige Hautabsonderung nach ungefähr $^3/_4$ Stunden geliefert, dass sie den nahezu $4^1/_{10}$ cm im Durchmesser haltenden cylindrischen Behälter bis zu einer Höhe von 16 bis 17 cm füllte, ihre obere Fläche also den mit gestreckten Hinterbeinen aufrecht stehenden Frosch noch um einige Centimeter überragte. Er zog zuerst den Kopf krampfhaft nach hinten, stellte sich später tetanisch auf, sank aber sogleich wiederum zusammen. Diese Wirkungen zeigten sich bald von selbst und bald nach äusseren Erschütterungen. Das herausgenommene Thier gab wiederum den Fall, dass ein auf die Vorderzehen aus-

Digitized by Google

geübter Druck lebhaftere Reflexbewegungen als ein solcher, der die Hinterzehen traf, hervorrief.

Hatte es 17 3/4 Stunden in dem Behälter abermals verweilt, so erschien es wie todt. Ein auf die Hinterzehen ausgeübter Druck blieb erfolglos oder rief viel schwächere Reflexbewegungen als ein solcher auf die Vorderbeine hervor. Dasselbe wiederholte sich, nachdem der Frosch wiederum 5 2/3 Stunden in dem Behälter zugebracht hatte, man mochte die Haut drücken oder mit einem Pinsel reiben. Da die Ansprache der Vorderbeine nicht bloss Zusammenziehungen in diesen und dem Oberkörper und bisweilen noch Kehlbewegungen, sondern auch schwächere Zuckungen in den Hinterbeinen hervorrief, so folgt, dass hier entgegengesetzt wie bei dem Curare die Empfindungsnerven von diesen früher als die Bewegungsnerven gelähmt wurden. Das Thier erholte sich nicht mehr.

Man hatte als Grundwerthe:

Versuchsnummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Auf 0° C. zurückgeführter Barometerstand in Mm.	Wärme in Celsiusgraden		Endunterschied der Quecksilberhöhe der Druckröhre in Mm.
				am Anfange	am Ende	
16.	gesund	5	718,77	13,1°	14,0°	— 8,0
17.	dsgl.	5 1/4	713,55	13,0	14,0	— 3,4
18.	mit 1,2 mg Pikrotoxin vergiftet	5 1/4	714,85	11,0	14,2	+ 1,4
19.	todt	17 3/4	714,85 u. 713,64	13,8	15,0	+ 6,6
20.	dsgl.	5 2/3	713,64	15,5	14,7	— 6,6

Die Gasproben enthielten:

Versuchsnummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Volumenprocente der Endluft		Volumenprocente des verzehrten Sauerstoffes	Volumen des aufgenommenen Sauerstoffes, das der Kohlensäure = 1
			Kohlensäure	Sauerstoff		
16.	gesund	5	2,16	14,07	6,89	3,20
17.	dsgl.	5 1/4	2,69	15,99	4,97	1,80
18.	mit 1,2 mg Pikrotoxin vergiftet	5 1/4	7,78	14,11	6,85	0,88
19.	todt	17 3/4	8,00	11,25	9,71	1,21
20.	dsgl.	5 2/3	5,99	15,23	5,73	0,96

Digitized by Google

Es berechnet sich hiernach:

Versuchsnummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Normalvolumen der Behälterluft in Kubikcentimetern		Auf 1 kg Körpergewicht und 1 Stunde kommende Menge in Gramm		Gewicht des aufgenommenen Sauerstoffes, das der Kohlensäure = 1
			am Anfange	am Ende	ausgeschiedene Kohlensäure	verzehrter Sauerstoff	
16.	gesund	5	236,10	232,15	0,051	0,124	2,43
17.	dsgl.	5¼	234,71	232,27	0,069	0,079	1,30
18.	mit 1,2 mg Pikrotoxin vergiftet	5¼	237,02	234,09	0,176	0,117	0,66
19.	todt	17¾	234,03	234,27	0,054	0,047	0,87
20.	dsgl.	5⅔	231,83	234,49	0,124	0,088	0,71

Die in die Bauchhöhle gespritzten 35 Tropfen der Pikrotoxinlösung, welche 1,2 mg des Alkaloids enthielten, hatten eine sehr starke Hautabsonderung und die Neigung zu automatischen und reflectorischen Starrkrämpfen, also eine bedeutende Aufregung in den ersten 5¼ Stunden hervorgerufen. Der Gaswechsel und besonders die Ausscheidung der Kohlensäure stiegen daher auch bedeutend. Die auf das Kilogramm und die Stunde bezogene Kohlensäuremenge war 3⅖ mal so gross als am ersten und 2⅘ mal wie am zweiten Tage des gesunden Zustandes. Obgleich sich der Werth des verzehrten Sauerstoffes ebenfalls erhöhte, so erreichte er doch nicht den des ersten Tages. Das Sauerstoffverhältniss sank, wie in den früheren Versuchen, bedeutend.

Der lange Aufenthalt von 17¾ Stunden in dem geschlossenen Raume setzte, wie gewöhnlich, die absolute Grösse des Gaswechsels herab. Die Menge der Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes waren aber in Vergleich zu früheren Versuchen so bedeutend, dass man mit vieler Wahrscheinlichkeit schliessen darf, es habe noch eine Erhöhung des Gasaustausches während einer Reihe von Stunden dieses Aufenthaltes fortgedauert. Das Sauerstoffverhältniss stieg wiederum in mässigem Grade.

Die letzten 5⅔ Stunden lieferten immer noch eine reichliche Kohlensäureausscheidung und eine nicht unbedeutende Sauerstoffaufnahme. Das Sauerstoffverhältniss fiel etwas geringer als in dem unmittelbar vorhergehenden Versuche aus.

Digitized by Google

Die Stickstoffberechnungen lehren:

Versuchs-nummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Unterschied der Normalvolumina der Behälterluft im Anfange und am Ende in Kubikcentimetern		
			berechnet	gefunden	Abweichung
16.	gesund	5	— 10,91	— 3,95	+ 6,96
17.	dsgl.	5¼	— 5,34	— 2,44	+ 2,90
18.	mit 1,4 mg Pikrotoxin vergiftet	5¼	+ 2,10	— 2,93	— 5,03
19.	todt	17¾	— 3,98	+ 0,24	+ 4,22
20.	dsgl.	5⅔	+ 0,69	— 1,84	— 2,03

Diese Zahlen gestatten keinen sicheren Schluss in Betreff des Stickstoffes der grossen Vervielfältigung der Beobachtungsfehler wegen.

Fünfte Versuchsreihe.

Körpergewicht des Frosches . . . . = 35,04 g
Rauminhalt desselben . . . . = 32,80 ccm
Eigenschwere . . . . = 1,08
Zu Gebote stehende Behälterluft . . = 301,07 — 32,80 = 268,27 ccm

Der Gaswechsel des mageren, aber lebhaften Froschmännchens wurde zuerst 5 Stunden am ersten und 5¼ Stunden am zweiten Tage untersucht. Ich spritzte ihm hierauf 25 Tropfen der Pikrotoxinlösung, die 1 mg des Giftes enthielten, in die Bauchhöhle am dritten Tage und setzte unmittelbar darauf das Thier für 5 Stunden ein. Die Hautabsonderung fing schon nach wenigen Minuten sichtlich zuzunehmen an. Sie wurde später lebhafter, erreichte jedoch nicht die Höhe der letzten Versuchsreihe. Das Thier stellte sich auch hin und wieder bei den von selbst eintretenden Krampfanfällen auf und wiederholte dieses nach Erschütterungen. Es zog häufig den Kopf für einige Zeit nach hinten und that dieses ebenfalls, wenn man an den Behälter klopfte.

Der herausgenommene Frosch lag regungslos da und beantwortete wiederum nicht einen auf die Hinterzehen ausgeübten Druck. Die Pressung der Vorderzehen hatte nicht nur Bewegungen in den Vorderbeinen, Zusammenziehungen der Kehlmuskeln und Neigung

Digitized by Google

des Oberkörpers nach vorn zur Folge, sondern rief auch häufig schwache Zuckungen in den Muskeln der Hinterbeine hervor. Die Empfindungsfasern von diesen hatten also früher als die Bewegungsfasern zu wirken aufgehört.

War das Thier abermals für 18¾ Stunden eingeschlossen worden, so beantwortete es später einen auf die Hinter- oder die Vorderzehen ausgeübten Druck nicht mehr. Für 5 Stunden abermals eingesetzt, konnten unmittelbar darauf die stärksten Schläge des Rühmkorff keine Zusammenziehungen in den Muskeln der Hinterbeine erzeugen. Das stillstehende Herz hatte alle Erregbarkeit verloren.

Die Grundwerthe waren:

Versuchsnummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Auf 0° C. zurückgeführter Barometerstand in Mm.	Wärme in Celsiusgraden		Endunterschied der Quecksilberhöhe der Drucksäule in Mm.
				am Anfange	am Ende	
21.	gesund	5	714,54	15,2°	14,0°	— 11,0
22.	dsgl.	5¼	711,79	14,0	12,0	+ 0,7
23.	mit 1mg Pikrotoxin vergiftet	5	714,34	12,5	14,0	+ 1,0
24.	scheintodt	18¾	714,34 u. 710,66	15,0	13,0	+ 3,0
25.	todt	5	710,66	14,0	13,2	— 4,0

Die Gasanalysen gaben:

Versuchsnummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Volumenprocente der Endluft		Volumenprocente des verzehrten Sauerstoffes	Volumen des aufgenommenen Sauerstoffes, das der Kohlensäure = 1
			Kohlensäure	Sauerstoff		
21.	gesund	5	3,84	17,36	3,60	0,93
22.	dsgl.	5¼	4,44	16,19	4,77	1,10
23.	mit 1mg Pikrotoxin vergiftet	5	5,32	15,74	5,22	0,98
24.	scheintodt	18¾	3,16	14,59	6,37	2,02
25.	todt	5	2,28	15,40	5,66	2,00

Digitized by Google

Man hat hiernach:

Versuchs-nummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Normalvolumen der Behälterluft in Kubikcentimetern		Auf 1kg Körpergewicht und 1 Stunde kommende Menge in Gramm		Gewicht des aufgenommenen Sauerstoffes, das der Kohlensäure = 1
			am Anfange	am Ende	ausgeschiedene Kohlensäure	verzehrter Sauerstoff	
21.	gesund	5	234,03	232,24	0,101	0,073	0,72
22.	dsgl.	5¼	235,01	237,38	0,107	0,080	0,75
23.	mit 1mg Pikrotoxin vergiftet	5	237,48	236,20	0,142	0,102	0,72
24.	scheintodt	18¾	234,78	236,71	0,023	0,030	1,30
25.	todt	5	234,64	234,14	0,060	0,098	1,63

Das magere und nicht sehr grosse Thier lieferte schon verhältnissmässig nicht unbedeutende Kohlensäuremengen in dem gesunden Zustande. Es verzehrte dabei relativ wenig Sauerstoff. Die nur 1mg betragende Gabe des Pikrotoxins fand daher keinen sehr günstigen Boden für die in seinem Sinne schon vorhandenen Beziehungen des Gaswechsels. Die auf das Kilogramm Körpergewicht und die Stunde kommende Kohlensäuremenge stieg dessen ungeachtet noch auf das 1½ fache des grössten Werthes der gesunden Tage während der in mässigem Grade erhöhten Erregung. Der verzehrte Sauerstoff nahm ebenfalls zu und das Sauerstoffverhältniss glich dem kleinsten Werthe der gesunden Zeiten. Man hatte also immer noch die Eigenthümlichkeiten der Pikrotoxinwirkung, wenn auch schwächer als bei heftigerer Erregung.

Die folgenden 18¾ Stunden lieferten zwar wie gewöhnlich kleinere Werthe, doch immerhin höhere als in früheren Versuchsreihen, so dass der Gaswechsel eine grössere Lebhaftigkeit verrieth. Das Sauerstoffverhältniss stieg dabei bedeutend. Die letzten 5 Stunden gaben weniger Kohlensäure und aufgenommenen Sauerstoff als die Erregungszeit und das Sauerstoffverhältniss wuchs noch mehr.

Digitized by Google

Die Stickstoffberechnungen lieferten:

Versuchs-nummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Unterschied der Normalvolumina am Anfange und am Ende in Kubikcentimetern		
			berechnet	gefunden	Abweichung
21	gesund	5	+ 0,56	— 2,39	— 2,95
22	dsgl.	5¼	— 0,78	+ 2,37	+ 3,15
23	mit 1^{mg} Pikrotoxin vergiftet	5	+ 2,36	— 1,28	— 3,64
24	scheintodt	18¾	— 7,57	+ 1,99	+ 9,56
25	todt	5	— 7,68	— 0,50	+ 7,10

Der längere Aufenthalt in dem geschlossenen Raume war hiernach vielleicht mit einer Ausscheidung von Stickstoff verbunden.

Sechste Versuchsreihe.

Körpergewicht des Frosches	=	39,30^{g}
Rauminhalt desselben	=	34,20^{ccm}
Eigenschwere	=	1,15
Zu Gebote stehende Behälterluft	=	391,07 — 34,20 = 266,87

Das ziemlich magere und sehr lebhafte Froschmännchen hatte mit vielen anderen Fröschen bis 24 Stunden vor der ersten Untersuchung in einem Behälter verweilt, der sich mehr als eine Woche in einer Temperatur von 0^{0} bis 5^{0} C. befand. Ich untersuchte hierauf die Lungen- und die Hautausdünstung des Thieres für je 5 Stunden an zwei auf einander folgenden Tagen, spritzte ihm am dritten 40 Tropfen der Pikrotoxinlösung, die 1,6^{mg} des Alkaloides enthielten, in die Bauchhöhle und setzte es unmittelbar darauf für 5 Stunden ein. Der Frosch athmete zuerst rasch und lebhaft mit der Kehle. Eine reichliche Hautabsonderung einer schleimigen, Luftblasen bindenden Flüssigkeit trat nach kurzer Zeit hervor. Sie vermehrte sich in der ersten halben Stunde so sehr, dass sie den Behälter bis zu der Höhe des obersten Theiles des Thieres ausfüllte. Der Frosch stellte sich von Zeit zu Zeit krampfhaft von selbst auf und öffnete hin und wieder den Mund, als ob ihm der bittere Geschmack des Pikrotoxins Missbehagen verursachte. Alle diese Erscheinungen verschwanden ungefähr eine Stunde nach der

Digitized by Google

Vergiftung. Erschütterungen des Behälters wurden von nun an nicht mehr beantwortet.

Nach 5 Stunden herausgenommen, lag der Frosch wie todt da. Druck der Hinterzehen erzeugte keine Reflexbewegungen, der der Vorderzehen hingegen solche der Vorderbeine. Von neuem für 18½ Stunden eingesetzt, lieferte darauf das todte Thier keine Reflexwirkungen mehr, man mochte die Hinter- oder die Vorderzehen ansprechen. Die mechanische Reizung der Haut durch den Strahl des zur Ueberfüllung des Gases eingegossenen Quecksilbers hatte noch eine reichliche Absonderung hervorgerufen. 5 Stunden später wurde das Herz stillstehend und unerregbar gefunden.

Man hatte als Grundwerthe:

Versuchsnummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Auf 0° C. zurückgeführter Barometerstand in Mm.	Wärme in Celsiusgraden		Endunterschied der Höhe der Quecksilbersäule der Druckröhre in Mm.
				am Anfange	am Ende	
26	gesund	5	708,54	13,7°	15,7°	+ 1,4
27	dsgl.	5¼	710,03	14,8	15,3	— 2,0
28	mit 1,6 mg Pikrotoxin vergiftet	5	709,69	17,7	17,2	+ 3,0
29	todt	18½	709,69 u. 709,96	16,3	15,8	+ 5,2
30	dsgl.	5	709,96	15,5	15,3	+ 1,0

Die Eudiometeranalysen lieferten:

Versuchsnummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Volumenprocente der Endluft		Volumenprocente des verzehrten Sauerstoffes	Volumen des aufgenommenen Sauerstoffes, das der Kohlensäure = 1
			Kohlensäure	Sauerstoff		
26	gesund	5	0,97	13,90	7,06	7,28
27	dsgl.	5¼	1,13	16,74	4,22	3,73
28	mit 1,6 mg Pikrotoxin vergiftet	5	9,55	14,59	6,37	0,66
29	todt	18½	5,36	16,64	4,32	0,81
30	dsgl.	5	4,48	14,98	4,98	1,11

Digitized by Google

Man berechnet aus diesen Werthen:

Versuchs-nummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Normalvolumen der Behälterluft in Kubikcentimetern		Auf 1^{kg} Körpergewicht und 1 Stunde kommende Menge in Gramm		Gewicht des aufgenommenen Sauerstoffes, das der Kohlensäure = 1
			am Anfange	am Ende	ausgeschiedene Kohlensäure	verzehrter Sauerstoff	
26	gesund	5	233,21	231,34	0,023	0,122	5,30
27	dsgl.	$5^1/_4$	232,33	231,14	0,025	0,070	2,80
28	mit $1,6^{mg}$ Pikrotoxin vergiftet	5	229,08	226,42	0,218	0,109	0,50
29	todt	$18^1/_2$	230,61	232,97	0,034	0,019	0,56
30	dsgl.	5	231,57	232,11	0,105	0,084	0,80

Der Frosch, der 24 Stunden vorher dem anhaltenden Aufenthalte in einer dem Gefrierpunkte nahen Temperatur entzogen worden war, lieferte sehr wenig Kohlensäure im gesunden Zustande. Da er aber dessenungeachtet viel Sauerstoff aufnahm, so kamen ausserordentlich grosse Sauerstoffverhältnisse heraus. Die $1,6^{mg}$ des Pikrotoxins erzeugten im Anfange die reichlichste Hautabsonderung und eine ausgesprochene Geneigtheit zu kurz anhaltenden Starrkrämpfen. Man hatte zugleich eine ausserordentliche Zunahme der Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure. Ihr auf das Kilogramm und die Stunde bezogenes Gewicht betrug 8,7 mal so viel als der grösste Werth des gesunden Zustandes. Die Sauerstoffaufnahme blieb in dieser Beziehung bedeutend zurück, so dass das Sauerstoffverhältniss $^1/_{10,6}$ — $^1/_{5,6}$ der gesunden Tage war.

Setzte auch der anhaltende, $18^1/_2$ Stunden dauernde Aufenthalt in dem geschlossenen Raume den Gaswechsel herab, so gab er doch verhältnissmässig bedeutende Werthe, welche die Fortdauer einer lebhaften Lungen- und Hautausdünstung anzeigten. Das Sauerstoffverhältniss stieg, jedoch nur in geringem Grade. Die letzten 5 Stunden lieferten mehr als das Vierfache der Kohlensäure. Das Sauerstoffverhältniss vergrösserte sich, fiel aber immer noch bedeutend geringer als in den beiden gesunden Tagen aus. Das Pikrotoxin wirkte also hier in dem todten Thiere lange nach.

Digitized by Google

Die Stickstoffberechnungen lehrten:

Versuchs-nummer	Zustand	Dauer des Aufenthaltes in dem Behälter in Stunden	Unterschied der Normalvolumina am Anfange und am Ende in Kubikcentimetern		
			berechnet	gefunden	Abweichung
26	gesund	5	— 14,11	— 1,87	+ 12,24
27	dsgl.	5¼	— 7,17	— 1,19	+ 5,98
28	mit 1,6^{mg} Pikrotoxin vergiftet	5	+ 7,25	— 2,67	— 9,92
29	todt	18½	+ 2,33	+ 2,36	+ 0,03
30	dsgl.	5	— 1,16	— 0,57	+ 1,67

Würden nicht bei dieser Berechnungsweise die Beobachtungsfehler so sehr vervielfältigt, dass die Sicherheit eines jeden aus den Endzahlen gezogenen Schlusses wesentlich leidet, so müsste man annehmen, dass die äusserst geringe Kohlensäureausscheidung des ersten Versuches von einem Austritte von Stickstoff und die verminderte Sauerstoffaufnahme in dem ersten Zeitabschnitte nach der Vergiftung von einer Einsaugung dieses Gases begleitet worden. Der längere Aufenthalt des todten Thieres in dem geschlossenen Raume wurde, wie es scheint, von keiner Stickstoffausscheidung begleitet.

Ergebnisse.

Die Wirkungen des Pikrotoxins gewinnen insofern eine allgemeinere Bedeutung, als es kein anderes bis jetzt bekanntes Mittel gibt, welches die Kohlensäureaushauchung der Frösche in so hohem Grade unter den bald zu erwähnenden Nebenbedingungen vergrössert.

1. Spritzt man eine Menge einer ⅕ proc. wässerigen Lösung von Pikrotoxin, die 1,6 — 2,4^{mg} des Giftes enthält, in die Bauchhöhle eines grossen oder mittelgrossen Winterfrosches, so bemerkt man zuerst eine lebhaftere Kehlathmung. Eine reichliche Hautabsonderung einer alkalischen, schleimigen und daher Luftblasen bindenden, weissen Flüssigkeit stellt sich bald darauf ein. Sie wird in günstigen Fällen, die man durch nicht allzugrosse oder allzukleine Giftgaben herstellen kann, so bedeutend, dass die Gesammtmasse der Flüssigkeit das auf den gestreckten Hinterbeinen auf-

Digitized by Google

gestellte Thier allseitig umgibt oder selbst überragt, wenn es in einem nicht sehr weiten Behälter eingeschlossen ist. Die Hinterbeine strecken sich von Zeit zu Zeit von selbst krampfhaft. Der auf diese Weise möglichst aufgerichtete Frosch sinkt aber bald wiederum zusammen. Der Krampf, den man auch oft durch Erschütterungen hervorrufen kann, ist meist nicht so stark und hält nicht so lange an als der nach Strychninvergiftungen. Es kommt auch vor, dass der Kopf und der obere Theil des Rumpfes sehr lange krampfhaft nach hinten gezogen bleiben. Einzelne Thiere öffnen und schliessen von Zeit zu Zeit den Mund, als ob ihnen der bittere Geschmack der Pikrotoxinlösung Unbehagen verursachte: eine Erscheinung, die man auch bisweilen nach der Veratrinvergiftung der Frösche bemerkt. Andere lassen Stimmtöne von selbst oder nach dem Bestreichen der Haut hören. Frösche, die alle diese Zeichen darbieten, kriechen oft noch im Freien fort und können selbst ausnahmsweise in niederem und kurzem Satze springen.

Alle diese Erscheinungen verlieren sich später und werden durch die Ruhe des Scheintodes oder des wirklichen Todes ersetzt. Die Frösche, welche in dem engen Athmungsbehälter verweilt haben, und, so viel ich sah, auch solche, die im Freien vergiftet worden, zeigten als Regel, dass zu einer gewissen Zeit ein auf eine Hinterzehe ausgeübter Druck keine Reflexbewegungen hervorrief, die Pressung einer Vorderzehe hingegen nicht bloss das Zusammenschlagen der Vorderbeine und in günstigeren Fällen Kehlbewegungen, Verkürzungen in den Rumpfmuskeln, Aufheben des unteren Augenlides, sondern auch Zuckungen meist einzelner Muskeln oder Muskelbündel der Hinterbeine zur Folge hatte. Die Bewegungsfasern der letzteren starben also in diesem Falle langsamer als die Empfindungsfasern ab. Diese beantworteten weniger die sie unmittelbar treffenden Erregungen, als jene die, welche sie von dem Rückenmarke aus erhielten. Blieb Zehendruck oder das Betupfen der Haut mit Essigsäure erfolglos, so führte noch bisweilen die Berührung des Auges zu Einziehen desselben und Emporheben des unteren Augenlides. Das verlängerte Mark verlor also seine Kräfte später als das Rückenmark, das von hinten nach vorn allmählich abstarb. Dieses kann seine Thätigkeit vorn mit so grossem Nachdrucke bewahren, dass

Digitized by Google

die reflectorisch zusammengefalteten Vorderbeine den zwischen ihnen gehaltenen Zeigefinger kräftig zusammenpressen, wenn schon der Zehendruck an den Hinterbeinen keine Reflexbewegungen mehr hervorruft.

Die Reizbarkeit der Muskeln z. B. der Hinterbeine sinkt später in dem Grade, dass bald selbst die stärksten Schläge des Rühmkorff keine Verkürzungen mehr erzeugen. Das Herz steht still. Man hat dann im Anfange einen Zeitraum, in dem das Zusammenpressen der Kammer nicht wirkt, das der Vorkammern dagegen einen oder mehrere Schläge von diesen erzeugt. Völlige Unempfänglichkeit für alle Arten von Reizung folgt bald nach.

2. Verräth der Frosch die oben erwähnten Erregungszeichen, vorzugsweise die starke Hautabsonderung und die Geneigtheit zu kurz anhaltenden Krampfanfällen, so kann man sicher sein, dass dann auch die Aushauchung der Kohlensäure bedeutend zugenommen hat. Diese Erscheinung verräth sich bald dadurch, dass das Quecksilber in dem äusseren Schenkel des mit dem Athmungsbehälter verbundenen Manometers höher steigt als in dem inneren, dass also der Innendruck grösser als der der Atmosphäre ist, wenn selbst die Wärme unverändert bleibt oder sogar sinkt. Hielten auch die Zeichen der höheren Erregung nur 1—3 Stunden an, so reichte dieses schon hin, die den Einheiten des Körpergewichtes und der Zeit entsprechenden Kohlensäurewerthe merklich zu vergrössern.

Stellen wir die in den angeführten Versuchsreihen gefundenen Zahlen übersichtlich zusammen, so finden wir:

Versuchsnummer	Auf 1^{kg} Körpergewicht und die Stunde kommende Kohlensäuremenge in Gramm		Kohlensäuregewicht 5—6 Stunden nach der Vergiftung, das des gesunden Zustandes = 1
	im gesunden Zustande des Thieres	5—6 Stunden nach der Pikrotoxinvergiftung	
1—5	0,146 und 0,065	0,219	1,5
6—10	0,072 und 0,063	0,118	1,6
11—15	0,091 und 0,053	0,098	1,1
16—20	0,054 und 0,061	0,176	2,9
21—25	0,101 und 0,107	0,142	1,3
26—30	0,023 und 0,025	0,218	8,7

Digitized by Google

Die Zunahme der Kohlensäureausscheidung wiederholte sich also ausnahmslos für die ersten 5—6 Stunden nach der Vergiftung. Sie fiel bedeutender aus, sowie eine lang anhaltende und stärkere Erregungsstufe der Ruhe des Scheintodes oder des wirklichen Todes voranging, und geringer, wenn die Lähmungserscheinungen rascher durchgriffen. Die Vergrösserung der Hautabsonderung und die Zunahme der Kohlensäure stehen jedoch keineswegs in gleichem Verhältnisse. Die letztere kann z. B. grösser als die erstere sein.

Eine schwache Erregungsstufe hatte zur Folge, dass die den Einheiten des Körpergewichtes und der Zeit entsprechende Kohlensäuremenge nur um $^1/_{13}$ grösser als der höchste Werth des gesunden Zustandes war. Setzt man diesen der Einheit gleich, so hat man 1,1 für die Kohlensäure der erhöhten Erregungszeit. Günstigere Verhältnisse gaben in dieser Hinsicht 1,3—2,9. Lieferte auch der vorher längere Zeit in einer der Null nahen Temperatur aufbewahrte Frosch sehr kleine Mengen von Kohlensäure, so zeigte doch die erste Vergiftungszeit sehr grosse, so dass diese 8,7 mal so viel als die höchste der an und für sich sehr kleinen Zahlen des gesunden Zustandes betrug. Diese Thatsache dürfte eine allgemeinere Bedeutung für die Auffassungsweise der Kohlensäurebildung in den Geweben haben, besonders wenn man sie mit den später zu erwähnenden Sauerstoffbeziehungen zusammenhält.

3. Lässt man hierauf den scheintodten oder den todten Frosch 17—19 Stunden in dem geschlossenen Raume des Athmungsbehälters verweilen, so nimmt der gesammte Gaswechsel, wie gewöhnlich, in hohem Grade ab. Machte sich früher eine mässige Erregung und eine rasch nachfolgende Lähmung geltend, hatte sich also keine beträchtliche Erhöhung der Kohlensäureausscheidung eingestellt, so fallen die Werthe, welche der längere Aufenthalt in dem geschlossenen Raume liefert, so gering aus, dass das schnelle Aufhören der grossen Kohlensäureausscheidung in hohem Grade wahrscheinlich wird. Es kommen dagegen auch so grosse Zahlen vor, dass man zu der Annahme genöthigt ist, eine reichliche Aushauchung von Kohlensäure und ein lebhafterer Gaswechsel überhaupt habe auch während des längeren Aufenthaltes in dem geschlossenen Raume fortgedauert. Dieser Fall kann bei grösseren und kleineren Erregungsstufen vor-

Digitized by Google

kommen. Es vermag sich also die Erhöhung der Kohlensäureausscheidung auch in der Lähmungsstufe, in dem scheintodten oder dem todten Thiere fortzusetzen, ja sogar noch in den 5—6 Stunden, welche dem längeren Aufenthalte in dem geschlossenen Raume folgen, vorzukommen. Diese Thatsache dürfte eine allgemeinere Bedeutung insofern haben, als sie zeigt, dass nicht bloss das todte Thier, dessen Herz still steht, Kohlensäure zu liefern fortfährt, wie man schon aus früheren Versuchen wusste, sondern dass auch seine Kohlensäureaushauchung, also wahrscheinlich seine Kohlensäurebildung in den Geweben durch Pikrotoxin vergrössert werden kann.

4. Die Zunahme der Kohlensäureausscheidung erscheint bisweilen um so merkwürdiger, als sie hin und wieder von einer bedeutenden Verringerung der Sauerstoffaufnahme begleitet ist. Wir wollen wiederum die Einzelwerthe, welche die sechs Versuchsreihen in dieser Hinsicht geliefert haben, tabellarisch zusammenstellen:

Versuchs-nummer	Auf 1kg Körpergewicht und die Stunde kommende Menge verzehrten Sauerstoffes in Gramm		Gewicht des 5 bis 6 Stunden nach der Vergiftung aufgenommenen Sauerstoffes, das des Minimums des gesunden Zustandes = 1
	im gesunden Zustande	5—6 Stunden nach der Vergiftung	
1—5	0,146 und 0,107	0,131	1,2
6—10	0,103 und 0,073	0,065	0,9
11—15	0,116 und 0,061	0,056	0,9
16—20	0,124 und 0,079	0,117	0,7
21—25	0,073 und 0,080	0,102	1,3
26—30	0,122 und 0,070	0,109	1,6

Die sechs Fälle geben drei, in denen weniger Sauerstoff während der Erregungsstufe, und vier, in welchen mehr eingesogen wurde als im gesunden Zustande.

5. Wechselt auch auf diese Weise die Menge des verzehrten Sauerstoffes während der ersten Vergiftungszeit im Vergleich zu den ungünstigen Grössen des gesunden Zustandes, so hat doch die bedeutende Erhöhung der Kohlensäureaushauchung immer zur Folge,

Digitized by Google

dass das Sauerstoffverhältniss d. h. die Menge des aufgenommenen Sauerstoffes, die der ausgehauchten Kohlensäure als Einheit angesehen, in der ersten Vergiftungsperiode kleiner als die Einheit ausfällt. Sie kann hingegen dieselbe wiederum in den folgenden 17—19 Stunden und den späteren Zeiten hin und wieder übertreffen. Die sechs Versuchsreihen geben in dieser Hinsicht:

Versuchs-nummer	Sauerstoffverhältniss			
	im gesunden Zustande	nach der Vergiftung		
		die ersten 5—6 Stunden	22 — 25 Stunden	27 — 31 Stunden
1 — 5	1,00 und 1,70	0,60	1,41	1,08
6 — 10	1,44 und 1,16	0,55	2,11	1,51
11 — 15	1,75 und 1,62	0,85	2,66	0,53
16 — 20	3,20 und 1,80	0,88	1,21	0,96
21 — 25	0,72 und 0,75	0,72	1,30	1,03
26 — 30	5,30 und 2,80	0,50	0,56	0,80

Es wurde schon in den eudiometrisch-toxikologischen Untersuchungen nachgewiesen, dass manche tödlich wirkenden Gifte die absolute Menge des eingesogenen Sauerstoffes in den ersten 5 bis 6 Stunden herabsetzen. Das Pikrotoxin lieferte diese Erscheinung nur in der Hälfte der sechs Versuchsreihen. Das Sauerstoffverhältniss stieg zwischen 6 und 22 bis 25 Stunden nach der Vergiftung und nahm in der Regel in den letzten 5 — 6 Stunden wiederum ab. Die sechste Versuchsreihe, bei welcher der Typus des Gaswechsels, wie er sich in den ersten 5 Stunden gezeigt hatte, auch während der folgenden 23½ Stunden im Wesentlichen fortdauerte, zeigt auch die Eigenthümlichkeit, dass das Sauerstoffverhältniss immer unter der Einheit blieb und in den ersten 18½ Stunden nur wenig, in den folgenden 5 Stunden hingegen beträchtlicher stieg.

6. Die bedeutende Menge der in der ersten Vergiftungszeit austretenden Kohlensäure hat zur Folge, dass nicht selten weniger Sauerstoff aufgenommen wird als in der gleichzeitig austretenden Kohlensäure enthalten ist.

Digitized by Google

Wir haben:

Versuchs-nummer	Auf 1^{kg} und 1 Stunde kommende Menge in Gramm		In der ausgeschiedenen Kohlensäure enthaltener Sauerstoff in Gramm
	ausgeschiedene Kohlensäure	verzehrter Sauerstoff	
3	0,219	0,131	0,159
8	0,118	0,065	0,085
13	0,098	0,056	0,071
18	0,176	0,117	0,128
23	0,142	0,102	0,103
28	0,218	0,109	0,159

Man sieht, dass der verzehrte Sauerstoff in fünf Fällen hinter dem der ausgehauchten Kohlensäure und zwar bedeutend zurückblieb. Beide Grössen stimmten nur einmal (Nr. 23) nahezu überein. Man darf übrigens bei der Verwerthung dieser Thatsache nicht vergessen, dass die organischen Körper, deren Verbrennung Kohlensäure und Wasser ausser organischen Nebenerzeugnissen liefert, schon eine gewisse Menge von Sauerstoff enthalten.

7. Die erste Vergiftungszeit scheint im Allgemeinen keine Ausscheidung von Stickstoff darzubieten. Diese dürfte jedoch häufig vorkommen, wenn das scheintodte oder todte Thier 17—19 Stunden in dem geschlossenen Raume verweilt. Das Gleiche wiederholt sich auch oft in nicht vergifteten Amphibien und Säugethieren.

8. Die sechste Versuchsreihe scheint anzudeuten, dass die auffallend schwache Kohlensäureausscheidung des aus der Kälte genommenen Frosches von einer Aushauchung von Stickstoff begleitet war.

XLIII. Ein anschauliches Verfahren, den Einfluss eines beständigen Stromes auf die Wirkungen einer benachbarten elektrisch erregten Nervenstrecke nachzuweisen.

Die gewöhnlichen auf diesem Gebiete angestellten Versuche gebrauchen die Schliessungs- und, wenn sie vorhanden ist, die Oeffnungszuckung, um zu entscheiden, in welcher Weise eine von einem beständigen Strome durchflossene Nachbarstrecke des Nerven die Empfänglichkeit einer für einen Augenblick erregten ändert. Man ist dabei genöthigt, sich des graphischen Verfahrens zu be-

Digitized by Google

dienen und entweder nur die grösste Hubhöhe des sich verkürzenden Muskels oder die gesammte Muskelcurve aufzuzeichnen. Wichtiger als dieses erscheint der Uebelstand, dass der beständige Strom eine Zeit lang früher geschlossen wird als der erregende, dass sich also die Stimmung der von ihm fortwährend durchsetzten Nervenstrecke mehr oder minder ändern kann, ehe die Prüfung des für einen Augenblick gereizten Nervenabschnittes beginnt.

Man vermeidet dieses, wenn man die Tetanisation als Erregungsmittel braucht. Die Dauer des Starrkrampfes macht es möglich, dass man den beständigen Strom in einer seiner beiden Richtungen schliesst, während die Nervenreizung in Thätigkeit ist. Dieses reinere Verfahren hat noch den Nebenvortheil, dass es das Aufzeichnen der Muskelcurven unnöthig macht und sogar oft die Ergebnisse klarer als dieses zur Anschauung bringt.

Lässt sich auch natürlich der Magnetelektromotor zur Tetanisation gebrauchen, so zog ich doch in vielen Fällen den an einem anderen Orte [1]) beschriebenen hämmernden Stromwender vor, weil man dann in der Regel schon mit schwachen Kettenströmen ausreicht und daher die Leistungsfähigkeit des Nerven länger erhalten bleibt. Man arbeitet mit Wechselströmen, wenn die auf- und niedergehenden Berührungsplatten die Spitzen der oberen und die der unteren Schrauben abwechselnd treffen. Dreht man aber das obere Schraubenpaar so weit in die Höhe, dass es nicht mehr von den Blechen erreicht wird, so tetanisirt man mit ein und derselben Stromesrichtung, aber freilich nur mit der Hälfte der auf die Zeiteinheit kommenden Zahl von Schlägen, die man bei den Wechselströmen hatte. Ein kleines mit verdünnter Schwefelsäure oder auch nur mit einer gesättigten Alaun-Kochsalzlösung versehenes Zink-Kohlenelement reicht hin, den heftigsten Starrkrampf in den Hinterbeinen die längste Zeit zu unterhalten, wenn die Elektrodennadeln in das unverletzte Hüftgeflecht des enthaupteten Frosches in einer gegenseitigen Entfernung von ungefähr einem Centimeter oder etwas weniger eingestochen worden. Die Zunge des Menschen spürt oft noch nicht das Geringste bei dieser Art wirksamer Reizung.

---

1) Diese Zeitschrift Bd. 11 S. 295.

Digitized by Google

Die Tetanisation des Nerven mit Kettenströmen lässt sich noch in anderer Weise durchführen:

1. Wollte man den thierischen Theil in den erregenden (inducirenden) Kreis des Magnetelektromotors einschalten, so würde der grosse Leitungswiderstand der Gewebe das Spiel des Hammerwerkes nur gestatten, wenn man starke Ströme gebrauchte. Es ist daher zweckmässiger, das Präparat in einer Nebenschliessung des erregenden Kreises anzubringen. Die grosse Empfindlichkeit der Nerven führt dann schon zu Starrkrämpfen, wenn auch nur sehr schwache Ströme den Nebenkreis durchsetzen.

2. Dasselbe gilt auch für den Fall, dass man die elektrische Stimmgabel oder das elektrische Metronom von Verdin zur Tetanisation gebraucht. Die Hauptschliessung kann aus einem einfachen Metalldrahte bestehen. Der Nebenstrom erzeugt dessenungeachtet die lebhaftesten Starrkrämpfe, wenn die Einstichnadeln zu beiden Seiten des Rückenmarkes oder in dem Hüftgeflechte angebracht sind. Will man die Stromstärke abstufen, so bringt man einen dem Eisenlohr'schen ähnlichen Rheostaten, der z. B. die Einschaltung von Widerständen von einer bis viertausend Siemens'schen Einheiten gestattet, in dem Hauptkreise an. Je mehr Widerstandseinheiten man diesem zuertheilt, um so stärker wird der tetanisirende Strom der Nebenschliessung.

Das elektrische Metronom, dessen Schwingungszahl sich durch die Grösse und die Verschiebung des Laufgewichtes ändern lässt, besitzt noch zwei ableitende Klemmen, die man für die in den thierischen Körper zu leitenden Ströme gebrauchen kann, nachdem man den Stützstift der schwingenden Feder mit dem rechtwinkligen Messingbalken durch einen Leitungsdraht verbunden hat. Man kann dann so schwache erregende Ströme nehmen, dass sie die Feder und den pendelnden Stab nur eben noch in Bewegung setzen.

Es versteht sich von selbst, dass beide Vorrichtungen keine Wechsel-, sondern einseitig gerichtete Ströme geben. Die Stärke der zur Erregung dienenden Kette ist im günstigsten Falle immer noch bedeutender als bei dem hämmernden Commutator, der beliebig schwache Ströme gestattet.

Digitized by Google

Wollte ich die Nerven möglichst vielseitig prüfen, so richtete ich die Leitungen so ein, dass eine oberste oder eine unterste Strecke in einer beliebigen Richtung tetanisirt und eine mittlere von einem beständigen Strome auf- oder absteigend durchsetzt werden konnte. Diese Anordnung forderte allerdings nicht weniger als sechzehn Leitungsdrähte in dem einfachsten Falle. Man hatte aber den Vortheil, die mannigfachsten Versuchsbedingungen in allen Richtungen im Augenblicke herstellen zu können. Alle gebrauchten Stromwender waren Punkt-Stromwender, die einzige Art von Vorrichtungen dieser Art, die sichere Ergebnisse bei Nervenreizungen liefert, weil der Strom im Augenblicke geschlossen oder geöffnet wird.

Drei kleine mit Alaun-Kochsalzlösung, blosser Salzlösung oder verdünnter Schwefelsäure versehene Zink-Kohlenelemente reichten für alle Fälle aus. Das eine trieb das Ankerwerk des hämmernden Stromwenders, das zweite lieferte den tetanisirenden und das dritte den beständigen Strom. Vier Punkt-Stromwender besorgten die nöthigen Schliessungen. Wollte man nicht abwechselnd eine obere und eine untere Nervenstrecke tetanisiren, sondern nur eine von beiden für die sämmtlichen Versuche benutzen, so fielen ein Stromwender und vier Leitungsdrähte hinweg. Sollte der Schluss des das Hammerwerk des hämmernden Stromwenders in Thätigkeit setzenden Stromes dadurch herbeigeführt werden, dass ein Uhrwerk einen Kupferstift durch einen Quecksilbertropfen führte, so kam ein neuer Leitungsdraht hinzu.

Das zu dem Hammerwerke gehörende Element entliess einen Leitungsdraht zu der einen Aufnahmsklemme des ersten Stromwenders oder auch nur eines Punktschliessers. Die entsprechende Ableitungsklemme führte einen Draht, der sich zu der hinteren Säule des hämmernden Stromwenders begab. Der zweite Leitungsdraht des Elementes trat unmittelbar zu der vorletzten Säule der Vorrichtung, so dass das Hammerwerk zu spielen anfing, sowie man den ersten Stromwender oder den Punktschliesser schloss.

Die zwei Leitungsdrähte des zur Tetanisation dienenden Zink-Kohlenelementes begaben sich zu den hierfür bestimmten mittleren Säulen des hämmernden Stromwenders. Zwei einander zugehörende Säulen der beiden vorderen Säulenpaare entliessen zwei Drähte

Digitized by Google

für die Aufnahmsklemmen eines zweiten und eines dritten Stromwenders. Die beiden Ableitungsklemmen eines jeden von ihnen führten Drähte, die mit Einstichnadeln an ihrem Ende versehen waren. Die des zweiten Stromwenders dienten zur Erregung der oberen und die des dritten zu der der unteren Nervenstrecke.

Der eine Leitungsdraht des dritten Elementes, das den beständigen Strom zuführen sollte, trat zu der noch freien Aufnahmsklemme des ersten Stromwenders. Der zugehörende Ableitungsdraht verband sich mit der Aufnahmsklemme eines vierten Stromwenders, zu dessen anderer Aufnahmsklemme der zweite Leitungsdraht des dritten Elementes unmittelbar ging. Die zwei Ableitungsdrähte dieses vierten Stromwenders waren wiederum mit Einstichnadeln für die mittlere Nervenstrecke versehen.

Die Stromesschleifen, die seitlich von den Nerven verlaufen, werden zu einem grossen Theil durch die Muskelmasse zurückkehren, weil diese besser als der Nerv leitet. Wäre aber auch dieses nicht der Fall, so würden sie als die schwächeren die Hauptwirkung nur herabsetzen, nicht aber ihrem Wesen nach ändern[1]).

Wollte man zuerst die gewöhnliche Untersuchungsart wählen, so schloss man den zweiten oder den dritten Stromwender in einer seiner beiden möglichen Richtungen, je nachdem man den obersten oder den untersten Nervenabschnitt zu tetanisiren beabsichtigte. Da die sonst hämmernden Blätter des Stromwenders auf den Spitzen der unteren Schrauben der Ableitungssäulen im Ruhezustande lagen, so ging dann der erregende Strom durch den Nerventheil, so dass sich die Muskelcurve der Schliessungszuckung aufzeichnen liess. Man öffnete hierauf den zweiten oder den dritten Stromwender, nahm den Draht des Hammerwerkes aus dem ersten heraus und schloss diesen nach vorn und den zweiten oder dritten in einer beliebigen Richtung, nachdem man den vierten, der den beständigen Strom zuführte, auf- oder absteigend geschlossen hatte. Man erhielt dann die Schliessungszuckung des erregenden Kreises, wie sie unter dem Einflusse des beständigen Stromes zu Stande kommt.

Sollte das zu reizende Nervenstück tetanisirt werden, so boten sich zwei Fälle dar. Standen die oberen Schraubenspitzen

1) P. Samt, Der Elektrotonus des Menschen, Berlin 1868, S. 61.

Digitized by Google

des hämmernden Stromwenders den Schlussblättern so nahe, dass das Hammerspiel derselben sie und die unteren Spitzen abwechselnd berühren liess, so arbeitete man mit Wechselströmen des galvanischen Elementes. Wollte man hingegen die Tetanisation nur mit einer Stromesrichtung erzeugen, so führte man die oberen Schrauben so weit in die Höhe, dass sie nicht mehr von den emporsteigenden Schlussblättern erreicht wurden. Die Einstellungsweise des zweiten oder des dritten Stromwenders machte es möglich, diese einseitig gerichteten, tetanisirenden Ströme auf- oder absteigend durch die erregte Nervenstrecke fliessen zu lassen, ohne dass der Kreis des beständigen Stromes geschlossen war. Sollte dieser gleichzeitig wirken, so schloss man den vierten Stromwender auf- oder absteigend. Oeffnete man jetzt den ersten Stromwender, so gewährte dieses den Vortheil, dass der tetanisirende und der beständige Strom gleichzeitig unterbrochen wurden. Es versteht sich von selbst, dass man auch diese Einrichtung vorkommenden Falles benutzen konnte, um die beiden Arten von Strömen in demselben Augenblicke einbrechen zu lassen.

Die Zahl der der Zeiteinheit entsprechenden Schliessungen und Oeffnungen, welche den Starrkrampf erzeugen, lässt sich zunächst auf zweierlei Art finden: durch unmittelbare Aufzeichnung, indem man einen an seinem äusseren Ende ein steifes Haar tragenden Gras- oder Strohhalm auf dem Hammer des hämmernden Stromwenders oder eines Magnetelektromotors befestigt, oder mittelbar, indem man die Vorrichtung von Deprès einschaltet. Handelt es sich darum, nicht bloss die Menge der Schläge zu kennen, sondern sie auch in bekanntem Maasse wechseln zu lassen, so dient am besten die von Trouvé sehr sauber hergestellte Vorrichtung von Onimus.

Ein Uhrwerk, das man sperren und daher in jedem beliebigen Augenblicke in Gang setzen kann, dreht einen Stahlcylinder um seine wagerecht gestellte Längsachse. Er führt auf zwanzig verschiedenen Querschnitten seiner Oberfläche 1, 2, 3, 4 u. s. f. bis 20 Zähne, von denen jeder eine Schliessung des erregenden Stromes durch Berührung eines an einer Feder angebrachten federnden Stahlblattes bewirkt. Da jede Cylinderumdrehung fast genau eine

Digitized by Google

Secunde dauert und die Schlussvorrichtung längs des Cylinders verschoben werden kann, so ist man im Stande, eine jede ganze Zahl von Schliessungen und Oeffnungen, die zwischen 1 und 20 liegt, in der Secunde herzustellen. Will man mit Kettenströmen, die stets in derselben Richtung verlaufen, tetanisiren, so schaltet man die Vorrichtung in den einen Leitungsdraht der erregenden Kette ein. Hat man aber noch ausserdem einen Magnetelektromotor demselben Kreise einverleibt, so hämmert dieser ebenso oft, als die Zähne des Cylinders die Kette schliessen. Man hat also eine bestimmbare Zahl von Wechselströmen in jeder Secunde.

Arbeitet man am Frosche, so stellt man das Präparat so her, dass man zuerst das verlängerte Mark quer trennt, das Gehirn mit einem Drahte zerstört, dann den untersten Theil des Rückenmarkes quer durchschneidet, die Achillessehne des einen Hinterbeines blosslegt, einen Scheerenschnitt durch alle Theile des Unterschenkels bis auf sie führt, den Fuss enthäutet und die äussere Hälfte desselben entfernt. Das Ganze wird auf der Korkplatte des Myographions mit Nadeln befestigt und die innere Hälfte des Fusses in dem Haken desselben eingestochen, nachdem man Ober- und Unterschenkel so mit Nadeln unverrückbar festgestellt, dass der Wadenmuskel senkrecht hinabgeht und die angehängte Last nur in dieser Richtung hebt. Man sticht dann das Nadelpaar des zweiten Stromwenders in den obersten, das des vierten in den mittleren und das des dritten in den untersten Abschnitt des unversehrten Hüftgeflechtes. Will man von dem Rückenmarke aus tetanisiren, so kommen die beiden Nadeln des zweiten oder des dritten Stromwenders zu beiden Seiten der Wirbelsäule.

Ich habe ähnliche brauchbare Präparate aus losgeschnittenen Hinterbeinen frisch getödteter Kaninchen und von Murmelthieren, die sich am Ende des Winterschlafes befanden, hergestellt und zu solchen Versuchen mit vollem Erfolge gebraucht. Man kann dann das untere Ende der Achillessehne durchschneiden und diese in dem Haken des Myographions unmittelbar befestigen. Stellt man das Kaninchenpräparat in einen Wärmekasten, eine Brutmaschine oder überhaupt einen Raum, dessen Luft auf 35° bis 38° C. erwärmt ist, so erhält sich die Empfänglichkeit der Nerven und der Muskeln

Digitized by Google

länger als eine bis zwei Stunden. Die Gebilde der erstarrten Murmelthiere können ihre Leistungsfähigkeit den ganzen Tag über schon bei einer Zimmerwärme von 12° bis 15° C. bewahren.

Schliesst man den ersten Stromwender, so spielt das Ankerwerk des hämmernden Commutators oder des Magnetelektromotors, ohne dass der tetanisirende Strom desselben durch irgend eine Nervenstrecke geht. Wird hierauf der zweite oder der dritte Stromwender geschlossen, so erzeugt die Tetanisation der obersten oder der untersten Nervenstrecke einen anhaltenden Starrkrampf des Wadenmuskels, der den Rahmen des Myographions eine Zeit lang in einer bestimmten Höhe scheinbar unverrückt [1]) erhält. Schliesst man jetzt den vierten Stromwender, so geht der beständige Strom

1) Da man in neuester Zeit versucht hat, das Lippman'sche Capillarelektrometer z. B. zum Nachweis der Vielheit der elektrischen Schläge während einer einzigen Entladung des Zitterrochens (oder des Zitteraales) (siehe Marey in seinen Travaux du Laboratoire de Mr. Marey 3e année 1877, Paris 1877, p. 31—38) oder andere auf derselben Grundlage beruhende Vorrichtungen für andere physiologische Fragen z. B. die klonische Natur des Starrkrampfes zu verwenden (E. v. Fleischl: Du Bois, Archiv f. Physiologie 1879 S. 269—283; Chr. Lovén in Virchow's und Hirsch's Jahresbericht 14. Jhrg., Berlin 1880, Bd. 50 S. 175. 176), so dürfte eine die anzeigenden Eigenschaften desselben betreffende Bemerkung nicht überflüssig sein.

Die Beschaffenheit der dünnen Glasröhren bildet das wesentlichste Bedingungsglied der Leistungsfähigkeit des Capillarelektrometers. Einer der ersten Pariser Künstler auf dem Gebiete der physikalischen Technik theilte mir mit, er könne ein ihm übergebenes Elektrometer mit zerbrochener Capillarröhre nicht wieder herstellen, weil er selbst ein passendes Haarrohr, das einen gleich grossen Cylinderquerschnitt seines Hohlraumes nicht überall haben dürfe, auszuziehen nicht im Stande sei und alle Röhren der Art, die er von französischen und deutschen Mechanikern bezogen, die nöthigen Eigenschaften nicht besassen. Man sieht hieraus, welche Schwierigkeiten es hat, ein gutes Capillarelektrometer mit seiner bedeutenden Leistungsfähigkeit herzustellen.

Ich habe mit der Vorrichtung von Fleischl, zu welcher mir dieser eine von ihm gebrauchte und bewährt gefundene Capillare zu schenken die Güte hatte, mit einer heberartigen Form, deren Capillare nahe an dem einen Ende angebracht war, einem Rollenapparat, der etwas einfacher als der von Grätz angegebene war, und einer selbst unter dem Mikroskope brauchbaren Vorrichtung, auf die ich an einem anderen Orte zurückkommen werde, gearbeitet. Man erreicht es mit solchen gewöhnlichen Capillaren sehr leicht, dass sie die Schliessungen und die Oeffnungen des hämmernden Stromwenders oder des Magnetelektrometers angeben. Allein sie liefern um so eher weniger Bewegungen als jenen entsprechen, je schwächer der Strom ist.

Digitized by Google

anhaltend durch die mittlere Nervenstrecke. Es sind dann sechs Hauptfälle möglich:

1. Der Rahmen des Myographions behält seine frühere Stellung, weil der beständige Strom die Stärke des Starrkrampfes nicht ändert, also in dieser Hinsicht unwirksam bleibt.

2. Der Rahmen hebt sich für einen Augenblick, sowie man den beständigen Strom auf- oder absteigend schliesst. Die dem Zuckungsgesetze des lebenden Nerven entsprechende Schliessungsverkürzung, die trotz des anhaltenden Starrkrampfes auftritt, verräth sich auf diese Weise.

3. Man bemerkt, dass sich der Rahmen mit dem Schlusse des beständigen Stromes weiter als früher emporhebt, in dieser oder in einer höheren Stellung überhaupt verharrt, so lange der beständige Kreis geschlossen bleibt, und mit der Oeffnung desselben zu der früheren, dem anhaltenden Starrkrampfe entsprechenden Hebungsgrösse zurückkehrt. Der beständige Strom erhöhte also in diesem Falle die Tetanisationswirkung. Oder

4. Man hat die gleichen Erscheinungen, nur mit dem Unterschiede, dass der beständige Strom den Rahmen in bleibender gesenkter Stellung erhält, er also den Einfluss des tetanisirenden Stromes herabsetzt.

5. Es kommt bisweilen vor, dass eine Schliessungszuckung, wie sie unter Nr. 2 erläutert worden, die unter Nr. 3 oder 4 erwähnte Wirkung im ersten Augenblicke des Einbruches des beständigen Stromes begleitet. Oder

6. Der beständige Strom verwandelt den früheren Starrkrampf in Wechselkrämpfe. Die einzelnen Zusammenziehungen folgen also dann weniger rasch auf einander. Die Erschlaffungen dauern länger oder Zwischenpausen der Ruhe schalten sich noch überdies ein.

Ist die Empfänglichkeit so sehr gesunken oder der beständige Strom verhältnissmässig so schwach, dass er nur kleine Aenderungen der Stellung des Myographionrahmens erzeugt, so kann man sich der möglichst vorgeschobenen Schreibspitze desselben nach Art eines vergrössernden Fühlhebels bedienen.

Beide Durchgangsrichtungen des beständigen Stromes ändern die Rahmenstellung, sowie die Empfänglichkeit nicht allzusehr gesunken ist, wenn man also nicht die Nerven durch zu starke, rasch

Digitized by Google

wiederholte Reizungen erschöpft oder z. B. Frösche genommen hat, die sich in der Laichzeit befinden, nachdem man sie den Winter über ohne besondere Nahrung aufbewahrt oder selbst im Frühjahre oder in sehr heissen Sommertagen frisch eingefangen hat. Diese ungünstigeren Nebenbedingungen können z. B. den Fall liefern, dass der absteigende beständige Strom die Hubhöhe des durch die Tetanisation einer benachbarten oberen Nervenstrecke erzeugten Starrkrampfes verkleinert, der aufsteigende hingegen keine Spur von Aenderung hervorruft, also das freie Ende der möglichst vorgeschobenen Schreibspitze weder hebt noch senkt.

Das geschilderte Verfahren macht es möglich, die Wirkungen des beständigen Stromes, die im Grunde genommen nur einen Einzelfall der auch sonst zu sehr brauchbaren Ergebnissen führenden Interferenzeinflüsse der Nervenerregung bilden, einer grösseren Zuhörerzahl in anschaulichster Weise vorzuführen. Die Ergebnisse stellen sich nicht bloss unmittelbar sichtlich, sondern auch reiner und deutlicher als bei dem Aufzeichnen der Curven dar, weil alle Reibung der Schreibspitze hinwegfällt, mithin auch die letzten Spuren der Wirkung kenntlich bleiben und man es in der Hand hat, den beständigen Strom in demselben Augenblicke oder später als den erregenden einbrechen zu lassen und nicht genöthigt ist, dessen Durchfluss früher herzustellen. Man ist daher vor jedem vorangehenden Wechsel der Nervenstimmung gesichert.

Die einfachere Versuchsweise, nur eine einzige Nervenstrecke, am besten die über der des beständigen Stromes liegende und nicht auch nach Belieben die untere zu reizen, gewährt nicht bloss den Vortheil, dass ein Stromwender hinwegfällt, sondern auch den, dass man kleinere Frösche benutzen kann.

Ich habe bald Ketten- und bald Inductionsströme mit den mannigfachsten Stärken und der Zeiteinheit entsprechenden Zahlen der Schläge zur Tetanisation gebraucht. Der Strom von einem oder mehreren, mit Kochsalz-, Kochsalz- und Salmiaklösung oder verdünnter Schwefelsäure geladenen Zink-Kohlenelementen und bisweilen der secundäre Polarisationsstrom des Planté'schen Elementes[1]) des Trouvé'schen Polyskopes diente als beständiger Strom.

1) Das Planté'sche Element (siehe die Originalabhandlung von Gaston

Digitized by Google

Man könnte auch die Versuche dahin abändern wollen, dass nicht bloss der erregende, sondern auch der beständige Strom tetani-

---

Planté, Mémoire sur l'emploi des courants secondaires pour accumuler et transformer les effets de la pile voltaïque: Les Mondes T. 27, Paris 1872, p. 425—431 und p. 469—477; vgl. auch Th. Du Moncel, Exposé des applications de l'électricité, 3e éd. T. 1, Paris 1872 p. 384—392 und besonders p. 384—386) besteht aus zwei eingerollten und durch dünne Kautschukblätter gegenseitig gesonderten Bleiplatten, die von einer aus einem Theile reiner Schwefelsäure und neun Theilen Wassers bestehenden Mischung umgeben werden. Man ladet dieses Element z. B. mit einer Callaud'schen Batterie von vier Elementen, d. h. Daniell'schen Elementen ohne Thonzellen und mit blosser freier Uebereinanderschichtung der gesättigten schwefelsauren Kupferoxydlösung und der mit drei Theilen Wassers verdünnten Schwefelsäure (siehe Du Moncel a. a. O. p. 244—248). Braucht man nur verhältnissmässig schwächere Wirkungen, so kann man auch blosses Wasser statt der verdünnten Schwefelsäure für die Callauds nehmen. Ein Ueberschuss nicht gelöster Krystalle von Kupfervitriol muss in beiden Fällen fortwährend am Boden der gesättigten Lösung übrig bleiben, um zum Ersatze des galvanisch ausgeschiedenen Kupfers zu dienen. Will man starke und rasche Wirkungen erzielen, so nimmt man eines oder zwei Bunsen'scher Elemente mit Salpeter- und Schwefelsäure.

Der durch die Elektrolyse ausgeschiedene Sauerstoff verwandelt das Blei in Superoxyd desselben, das wiederum durch den frei gewordenen Wasserstoff reducirt werden kann. Sind die Bleiplatten neu, so ist es vortheilhaft, den polarisirenden Strom eine Zeit lang abwechselnd in einer und dann in entgegengesetzter Richtung durch das Planté'sche Element gehen zu lassen. Man führt auf diese Weise den passendsten Molecularzustand des Bleies durch abwechselnde Oxydation und Desoxydation herbei (Planté a. a. O. p. 469; Du Moncel a. a. O. p. 391). Der Strom dagegen muss später immer in derselben Richtung durchtreten. Die kräftige Wirkung des Bleisuperoxyds wurde zuerst von De la Rive wahrgenommen (Du Moncel a. a. O. p. 278. 279).

Das dem Polyskope beigegebene Galvanometer von zwei Windungen kann anzeigen, ob das Polarisationselement geladen ist oder nicht. Die Magnetnadel weicht natürlich zuerst im Sinne des ladenden Stromes ab, und der immer stärker werdende Polarisationsstrom führt sie allmählich in entgegengesetzter Richtung zurück und später über den Nullpunkt hinaus. Ist er irgend stark, so schlägt die Nadel bis an die Hemmung in seinem Sinne aus, sowie man die Elektroden des Polarisationsstromes in sich schliesst, wenn selbst der ladende, nicht allzustarke Strom noch einwirkt. Man erkennt dabei, ob sich das Planté'sche Element stark geladen und ob es sich wiederum in der Folgezeit entladen hat.

Vier Callaud'sche Elemente, die man 24—48 Stunden wirken lässt, reichen hin, einen so starken Polarisationsstrom zu erzeugen, dass er einen dünnen Platindraht mit oder ohne eine breitere Platte zum Rothglühen bringt, die Trouvé'schen Kehlkopf- und Nasenspiegel beleuchtet, Knallgas aus einer gewöhnlichen Bunsen'schen Vorrichtung für kurze Zeit entwickelt, das nicht zu schwer bewegliche Hammerwerk eines Magnetelektromotors treibt

Digitized by Google

sirend wirkt. Die Erfahrungen aber, die ich in dieser Hinsicht machte, lehrten, dass man hierdurch an Schärfe der Ergebnisse mehr verliert als gewinnt. Zwei Starrkrämpfe können sich in solchen Fällen summiren, oder alle sichtliche Wirkung des beständigen Stromes bleibt aus, weil sie im Verhältniss zu der des erregenden zu schwach ist. Die Ergebnisse stellen sich überhaupt weniger klar und scharf dar, als wenn nur der erregende Strom längere Zeit tetanisirend durchgeht.

Es lässt sich ebenso wenig empfehlen, die Versuche an dem ganz unversehrten lebendigen Frosche anzustellen. Hatte ich die beiden Endnadeln des erregenden Kreises in eine obere Nervenstrecke und die des beständigen Stromes in einen unteren Abschnitt des Hüftgeflechtes gestochen und einen lebhaften Starrkrampf des einen Hinterbeines mit der Tetanisation des oberen Nervenstückes durch absteigende Inductionsströme (mit Hilfe des Abblendungs-Magnetelektromotors) erzeugt, so ereignete es sich, dass der ab- und der aufsteigende Durchgang des beständigen Stromes durch den unteren Nervenbezirk lebhaften Starrkrampf in beiden Hinterbeinen her-

---

und noch Zuckungen im Frosche erzeugt, wenn auch nur ein Nebenstrom des einen Widerstand einer einzigen Siemens'schen Einheit darbietenden Rheostaten durch das Hüftgeflecht geht. Man kann diese Wirkungen später erhalten, wenn sich neue Ladungen, wie in einer Leydener Flasche, in der Ruhe erzeugt haben (vgl. Du Moncel a. a. O. p. 389).

Die Beschreibung und die Abbildungen des Polyskopes und der Nebentheile desselben finden sich in „Les Mondes“ T. 44, Paris 1877, p. 606—612.

Während sein Gebrauch zur Beleuchtung der Mundhöhle und des Kehlkopfes hierher nicht gehört, möchte ich hier nur auf zweierlei Arten physiologischer Anwendung aufmerksam machen.

1. Man könnte einen passend geformten, mit oder ohne breitere Platte versehenen Platindraht in diejenige Gegend des centralen Nervensystems, die man zerstören will, kalt einführen, ihn im Augenblicke durch den Drücker der Schlussvorrichtung des Trouvé'schen Halters rothglühend machen und dann, nachdem die Zuleitung aufgehoben worden, herausnehmen. Da man es so einzurichten vermag, dass die Glühhitze nur eine oder wenige Secunden wirkt, so erhielte man hier eine bessere, rein örtliche Zerstörung als durch Chromsäure, die sich leicht durch Diffusion weiter verbreitet.

2. Die Folgen, welche die auf solche Weise erzeugte örtlich beschränkte, also nur theilweise Zerstörung eines dickeren Nervenstammes nach sich zieht, könnten lehren, in welchen Theilen die Primitivfasern des angegriffenen Bezirkes endigen.


Digitized by Google

vorrief. Es kam in anderen Fällen vor, dass diese Wirkung nur bei aufsteigender Stromesrichtung, wenn also der negative Pol der erregten Nervenstrecke näher als der positive lag, eintrat. Ich machte die gleiche Erfahrung an Kaninchen, die nur wenige Tage alt waren, jedoch mit dem Unterschiede, dass nicht der auf-, sondern der absteigende beständige Strom den Starrkrampf in beiden Hinterbeinen erzeugte. Es bleibt dahingestellt, in welchem Maasse sich das Rückenmark in allen diesen Fällen betheiligte. Die Frage, ob eine Stromesrichtung den Starrkrampf vergrössere oder verkleinere, lässt sich bei dieser Versuchsweise mit Sicherheit meistentheils nicht entscheiden.

Die blosse Zerstörung des Gehirns macht es zwar möglich, von dem Rückenmarke aus zu tetanisiren, gewährt aber sonst keine wesentlichen Vortheile. Das Beste ist daher immer, an den oben geschilderten Präparaten, in welchen Gehirn und Rückenmark mit oder ohne Eingeweide beseitigt worden und der Wadenmuskel allein zur Beurtheilung der Wirkungen dient, zu arbeiten.

Es kommt bei der Tetanisation der erregten und dem ununterbrochenen Durchtritte des beständigen Stromes durch die verändernde Strecke, wie bei dem älteren Versuchsverfahren, häufig vor, dass der von dem Starrkrampfe des Wadenmuskels in derselben Höhe dauernd emporgehaltene Rahmen des Myographions sinkt, wenn ein absteigender Strom einbricht, und ebenso lange in dieser tieferen Stellung verharrt als jener hindurchgeht, dass mithin der extrapolare Nachbarbezirk des positiven Poles des beständigen Stromes (Anelectrotonus) schwächend, der des negativen hingegen (Katelectrotonus) stärkend wirkt, dass man also dieselben Veränderungen an den möglichst unversehrten Nerven findet, wie sie an galvanischen Froschpräparaten, also nach Misshandlung des Nerven, auftreten. Allein die Versuche, welche ich an Fröschen, Kaninchen und winterschlafenden Murmelthieren seit länger als dreizehn Jahren nach dem älteren Verfahren vielfach wiederholt habe, lehrten, dass jene Wirkungsweise an den nicht durch Isolation veränderten Nerven nicht ausschliesslich vorkommt und selbst nicht den Ausdruck ihrer kräftigsten Thätigkeit bildet. Die neue Untersuchungsart hat die Ergebnisse der älteren in allen Einzelnheiten bestätigt.

Digitized by Google

Arbeitet man unter möglichst günstigen Bedingungen, also z. B. an grossen, kräftigen, frisch eingefangenen oder mit Erfolg künstlich mit Fleisch genährten Fröschen, so begegnet man häufig dem Falle, dass nicht bloss die extrapolare, dem negativen Pole des beständigen Stromes benachbarte katelektrotonische Nervenstrecke, sondern auch die in der Nähe des positiven befindliche oder die anelektrotonische erhöhend wirkt, der Starrkrampf also in beiden Fällen zunimmt und der Rahmen gehoben wird. Man hat daher hier eine ähnliche Erscheinung wie bei dem Zuckungsgesetze des lebenden Nerven. Dieses liefert nur eine Schliessungszuckung und zwar oft selbst bei dem Gebrauche sehr starker, selbst von hundert Zink-Kohlenelementen gelieferter Ströme, sie mögen den Nerven auf- oder absteigend durchfliessen. Erst der misshandelte Nerv des galvanischen Froschpräparates oder der durch Elektrolyse heruntergebrachte gibt verschiedene Erfolge je nach den beiden möglichen Stromesrichtungen. Die Thätigkeit des sehr kräftigen unversehrten Nerven gut genährter Frösche wird in gleicher Weise sowohl durch den beständigen aufsteigenden als durch den absteigenden Strom erhöht, während die schwächeren Nerven weniger gut ernährter Frösche an dem negativen Pole Erhöhung und an dem positiven Erniedrigung liefern.

Die beiden anderen möglichen Fälle, Zunahme der Wirkung neben dem positiven und Abnahme neben dem negativen Pole oder beiderseitige Schwächung bei jeder der zwei Stromesrichtungen, bilden immer den Ausdruck niederer Empfänglichkeitsstufen. Man begegnet ihnen daher unter ungünstigen Ernährungsbedingungen z. B. während der Laichzeit, in grosser Sommerhitze oder in Fröschen, die man eine längere Reihe von Monaten ohne weitere Nahrung aufbewahrt hat. Sie können auch auftreten, wenn die Nervenkräfte in Folge vorangegangener öfterer Reizungen gesunken sind. Die Antworten wechseln daher im Laufe einer und derselben Versuchsreihe, so wie sich der Stimmungszustand d. h. die Molecularbeschaffenheit des Nerveninhaltes mit der Zeit ändert.

Ich habe noch zu ermitteln gesucht, ob und wie der Wechsel der tetanisirenden Erregungsgrösse und die Aenderung der Stärke des beständigen Stromes die Ergebnisse bestimmt.

Digitized by Google

Die Wirkung der Tetanisation wächst, sowie die eine gewisse Grenze nicht überschreitende, der Zeiteinheit entsprechende Zahl der elektrischen Schläge steigt. Man kann diese Erhöhung zunächst durch das Tieferstellen der Ankerfeder des Magnetelektromotors oder des hämmernden Stromwenders erreichen. Befestigt man einen Strohhalm, der ein steifes Haar an seinem Ende führt, auf der oberen Fläche des Ankers oder schaltet man, was besser ist, eine Deprès'sche Vorrichtung in den Kreis ein, so ist man im Stande, die Anzahl der Schliessungen und der Oeffnungen auf einem mit nahezu gleichförmiger Geschwindigkeit sich drehenden Cylinder aufzuschreiben. Bildet die oben erwähnte Vorrichtung von Onimus ein Glied des erregenden galvanischen Kreises, so vermag man diejenige Zahl der auf die Secunde kommenden Schliessungen zu finden, die keine Wechselkrämpfe mehr, sondern Starrkrampf erzeugt. Die Erregung lässt sich dann dadurch steigern, dass man die Menge der der Secunde entsprechenden Schläge bis auf 20 nach und nach erhöht. Man tetanisirt hier immer mit der gleichen Stromesrichtung und kann sie mittels eines eingeschalteten Stromwenders wechseln lassen. Durchsetzt derselbe Kettenstrom die Vorrichtung von Onimus und einen gewöhnlichen Magnetelektromotor, so erhält man eben so viele inducirte Wechselströme, also doppelt so viel einzelne Inductionsströme, als die Zähne des Onimus Schliessungen und Oeffnungen herbeiführen. Der Gebrauch eines Abblendungs-Magnetelektromotors kann eine einfache Zahl in derselben Richtung verlaufender Inductionsströme liefern. Man vermag sich auf diese Weise einen ziemlich weiten Spielraum der tetanisirenden Erregung herzustellen.

Ein nach dem Grundsatze des Eisenlohr'schen verfertigter Rheostat, der alle beliebigen ganzen Zahlen Siemens'schen Widerstandseinheiten von 1 bis 4000 liefern kann, diente dazu, die Stärke des beständigen Stromes abzustufen. Die Leitungsdrähte des Elementes oder der Batterie, welche diesen Strom zuführten, gingen zu den Klemmen des Rheostaten. Sie entliessen aber auch noch die Batteriedrähte des Stromwenders, dessen Ableitungsklemmen Drähte mit Nadeln enthielten, welche in den unteren Nervenbezirk des Hüftgeflechtes eingestochen waren. Dieses empfing daher nur

den Strom einer Nebenschliessung. Seine Stärke wuchs um so mehr, je mehr Widerstandseinheiten der Hauptstrom in dem Rheostaten begegnete. Dieser Einfluss machte sich vorzugsweise auf den unteren Reizbarkeitsstufen geltend.

Da es zu weit führen würde, eine grössere Anzahl von Erfahrungen anzuführen, so beschränke ich mich auf die Mittheilung einer einzigen Versuchsreihe, welche gerade die zuletzt erwähnte Erscheinung anschaulich machen kann. Ein in der Laichzeit befindliches, in der oben geschilderten Weise präparirtes Froschmännchen wurde so geprüft, dass die Vorrichtung von Onimus auf den oberen Theil des Hüftgeflechtes tetanisirend wirkte und der beständige Strom den unteren durchsetzte. Jede der beiden Nervenstrecken besass eine ungefähre Länge von 8 ^{mm}. Sie waren durch einen nahezu ebenso grossen Zwischenraum wechselseitig geschieden.

Wirkte der beständige Strom am nachdrücklichsten, so hatte man immer Verkleinerung der durch den Starrkrampf erzeugten, sonst unveränderlichen Hubhöhe, der beständige Strom mochte ab- oder aufsteigend durchgehen. Der Rahmen des Myographions sank sogleich, sowie der beständige Strom einbrach, blieb in dieser tiefen Stellung, so lange er durchtrat, und hob sich zu der früheren Höhe, sowie man den Kreis unterbrach. Dieser Vorgang ist mit dem Worte „Anhaltende Senkung“ in der Tabelle bezeichnet.

Die geringste, der Secunde entsprechende Zahl der Schläge, welche die Tabelle angibt, entspricht immer dem Falle, in welchem zuerst Starrkrampf auftrat, während kleinere Mengen Wechselkrämpfe lieferten. Es kam auch in dem letzteren Falle bisweilen, doch im Ganzen selten vor, dass sich jener nur für einen Augenblick zeigte und von diesen rasch abgelöst wurde.

Die in der angeführten Reihe vorgenommenen Einzelprüfungen fallen in die Zeit von 10 bis 50 Minuten nach der Zerstörung des centralen Nervensystemes.

Digitized by Google

Nummer	Tetanisirender Kreis: Beschaffenheit	Tetanisirender Kreis: Zahl der Schläge in der Secunde	Tetanisirender Kreis: Stromesrichtung	Beständiger Kreis: Beschaffenheit	Beständiger Kreis: Widerstandseinheiten des Rheostaten	Beständiger Kreis: Stromesrichtung	Wirkung
1, 2	Kleines Zink-Kohlen-element mit gesättigter[1] Alaun-Koch-salzlösung	15	*p*	Kleines Zink-Kohlen-element mit Alaun-Koch-salzlösung	2	*p*, *c*	Null
3, 4		20		Grösseres, ebenso geladenes Element	5	*p*, *c*	Nur Schliessungs-zuckung
5, 6	Grosses mit Alaun-Koch-salzlösung versehenes Element	12		Zwei grosse Zink-Kohlen-elemente mit Alaun-Koch-salzlösung	2	*p*, *c*	Null
7, 8					5	*p*, *c*	Null
9, 10					10	*p*, *c*	Schwache Schlies-sungszuckung
11					50	*p*	Null
12						*c*	Schliessungszuckung
13, 14					100	*p*, *c*	Verwandelt den Starrkrampf in Wechselkrämpfe
15, 16					200	*p*, *c*	dsgl.
17, 18					1000	*p*, *c*	Schliessungs- und Oeffnungszuckung
19, 20					4000	*p*, *c*	Nur Schliessungs-zuckung
21, 22		14			2000	*p*, *c*	Anhaltende Senkung, verwandelt den Starr-krampf in Wechsel-krämpfe
23, 24		16				*p*, *c*	Schliessungs- und schwächere Oeff-nungszuckung
25, 26		18				*p*, *c*	Kräftigere Schlies-sungszuckung
27		20				*p*	Anhaltende Senkung
28						*c*	Null

1) Die Sättigung fand bei 15° C. statt.

Digitized by Google

Nummer	Tetanisirender Kreis			Beständiger Kreis			Wirkung
	Beschaffenheit	Zahl der Schläge in der Secunde	Stromesrichtung	Beschaffenheit	Widerstandseinheiten des Rheostaten	Stromesrichtung	
29, 30	Zwei grosse mit Alaun-Kochsalzlösung geladene Zink-Kohlenelemente	10	p	Ein grosses Zink-Kohlenelement mit Alaun-Kochsalzlösung	100	p, c	Null
31, 32					500	p, c	dsgl.
33, 34					1000	p, c	Anhaltende Senkung
35, 36, 37, 38					2000	p, c, p, c	dsgl.
39, 40					3000	p, c	In dem ersten Augenblicke Hebung (Schliessungszuckung) und dann anhaltende Senkung
41, 42						p, c	Anhaltende Senkung
43, 44					4000	p, c	dsgl.
45, 46		15	c			p, c	
47, 48			p			p, c	
49, 50, 51, 52, 53, 54		20	c	Sechs mit verdünnter Schwefelsäure versehene Zink-Kohlenelemente		p, c, p, c, p, c	Blosse Schliessungszuckung

Ein verhältnissmässig schwacher beständiger Strom wirkte in diesem Falle gar nicht oder erzeugte eine einen Augenblick dauernde Schliessungszuckung mit oder ohne Oeffnungsverkürzung oder verwandelte den Starrkrampf in Wechselkrämpfe. Er lieferte also das erste Zeichen eines erniedrigenden Einflusses. Ein stärkerer dagegen führte zu einer die ganze Zeit seines Durchflusses anhaltenden und mit derselben sogleich wieder aufhörenden Abnahme der Zusammenziehung, der Strom mochte auf- oder absteigend durch die untere

Digitized by Google

Nervenstrecke fliessen. Das spätere Sinken der Empfänglichkeit hatte zur Folge, dass keine schwächende Wirkung mehr, sondern nur Schliessungszuckungen auftraten, wenn auch der beständige Strom verstärkt worden.

Zahlreiche andere Frühlingsfrösche und Thiere, die in sehr heissen Sommertagen geprüft wurden, führten zu ähnlichen Ergebnissen, sie mochten von sehr bedeutender oder nur von mittlerer Grösse sein. Es kam dabei bisweilen vor, dass ein absteigender, die untere Nervenstrecke durchsetzender Strom eine bedeutende Senkung des Rahmens in dem ersten Augenblicke erzeugte. Dieser hob sich später wiederum, blieb aber immer noch tiefer als vor der Einwirkung des beständigen Stromes. Er ging jedoch sogleich zu der früheren Höhe empor, sowie man den zweiten galvanischen Kreis öffnete. Eine solche Erscheinung fehlte bei dem aufsteigenden Strome. Die Senkung fiel aber hier, wo die Nachbarschaft des negativen Poles bestimmend eingriff, nicht schwächer, sondern stärker als in dem entgegengesetzten Falle aus. Hatte zuletzt die Empfänglichkeit so sehr abgenommen, dass der Strom von sechs mit gesättigter Salmiaklösung versehenen Leclanché-Elementen nicht mehr verändernd wirkte, so führte er immer noch zu einer Schliessungszuckung, er mochte auf- oder absteigend durchgehen. Man kann endlich auch dem Falle begegnen, dass die Nachbarschaft des positiven Poles eine Senkung herbeiführt, die des negativen hingegen die Hubhöhe unverändert lässt, also verhältnissmässig begünstigend wirkt.

Obgleich die Stimmungsart dieser in ungünstigen Ernährungszuständen befindlichen Nerven keine kraftvollen Wirkungen erwarten liesse, so ereignete es sich doch bisweilen, dass zuerst Wechselkrämpfe und dann ein Starrkrampf oder dieser von vorn herein eintrat, wenn die aus zwei mit Alaun-Kochsalzlösung bestehende Kette nur 3—8 mal in der Secunde geschlossen wurde.

Da die möglichen sechs Wirkungsarten des beständigen Stromes (siehe oben S. 146) nicht bloss in Fröschen, sondern auch in Kaninchen und in erstarrten Murmelthieren auftreten können, so lässt sich erwarten, dass sich das Gleiche für den Menschen wieder-

Digitized by Google

holen wird. Die Elektrotherapeuten hätten aber dann eine Reihe von Zeichen, um zu beurtheilen, ob sich der Zustand kranker Nerven gebessert oder verschlimmert hat. Da die Scala der Erfolge in abnehmender Richtung: doppeltseitige Erhöhung, Zunahme in der Nachbarschaft des negativen und Erniedrigung in der des positiven Poles, beiderseitige Verkleinerung, Vergrösserung durch den positiven und Verkleinerung durch den negativen Pol (oder die beiden letzten Fälle in umgekehrter Folge), blosse Schliessungszuckung mit oder ohne Oeffnungszusammenziehung und endlich gänzliche Wirkungslosigkeit ist, so würde ein Wechsel der Erscheinungen in aufsteigendem Sinne eine Besserung und in herabgehendem eine Verschlimmerung anzeigen. Man wird nur ein Prüfungsverfahren wählen müssen, das die Zu- oder die Abnahme der Wirkung in aller Schärfe anzeigt.

XLIV. Einige Bemerkungen über Beschleunigungswerthe des Verkürzungsganges der Muskeln.

Eine frühere Mittheilung [1]) suchte zu erläutern, dass die Muskelcurve nur den graphischen Ausdruck des Verkürzungsganges des sich zusammenziehenden Muskels d. h. des Verhältnisses der in einer unendlich kleinen Zeit auftretenden Aenderung der Grösse der Hubhöhe zu diesem Zeitelemente bildet. Er entspricht also dem Differentialcoëfficienten $\frac{dy}{dx}$, wenn x die Zeitabscisse und y die Ordinate oder die den Werth der augenblicklichen Hubhöhe ausdrückende gerade Linie bezeichnet.

Es hängt von der Zusammenziehungsart des Muskels ab, ob die Curve einen regelmässigen oder einen unregelmässigen Gang einhält. Sie folgt einem und demselben Gesetze ihrer ganzen Länge nach in dem ersten und wechselt die zum Grunde liegende Norm mit den einzelnen Bogenstücken in dem zweiten Falle. Es gibt zwei Hauptarten des einfachsten regelmässigen Verkürzungsganges, den zeitlichen und den räumlichen. Jener besteht darin, dass der Differentialausdruck desselben dem Producte des Erfahrungscoëfficienten und der zeitlichen Annäherung an den Augenblick der grössten

1) Diese Zeitschrift 1880 Bd. 16 S. 119—178.

Digitized by Google

Hubhöhe gleicht. Die Integration liefert dann eine Parabel erster Art, d. h. eine solche zweiten Grades, deren Anfangspunkt oder Scheitel den Endpunkt der Linie der grössten Hubhöhe bildet und deren Achse mit dieser selbst zusammenfällt, so dass sie um 90° im Verhältniss zur gewöhnlichen Lage gedreht erscheint, für die Muskelcurve. Ihre Ordinaten verlaufen daher den Zeitabscissen von dieser parallel. Eine solche Parabel besitzt eine Eigenschaft, die sich auf den Vergleich zweier Muskelcurven anwenden lässt. Denkt man sich, die beiden, verschiedenen Parabeln entsprechenden Muskelcurven hätten denselben Scheitel, und ihre Achsen stehen der Natur der Sache gemäss senkrecht, so würden die Unterschiede aller ihrer einander entsprechenden Hubhöhen, als Ordinaten betrachtet, wiederum eine Parabel bilden, deren Achse jedoch nicht mehr senkrecht dahingeht [1]).

Der räumlich einfachste regelmässige Verkürzungsgang wird durch den Quotienten des Erfahrungscoëfficienten und der augenblicklichen Hubhöhe ausgedrückt. Die Integration führt zu einer Parabel zweiter Art, d. h. einer Kegelschnittsparabel, deren Anfangspunkt mit dem der Muskelcurve zusammenfällt und deren negative Hälfte dieser letzteren mangelt. Das der Erschlaffung entsprechende Stück der Muskelcurve verläuft ähnlich, aber entgegengesetzt, wie das der Zusammenziehung.

Wir wollen wie früher die Abscisse der Parabel erster Art x_2 und die Ordinate y_2 nennen. Die Coordinaten der zweiten Art seien x_1 und y_1. x_m bedeute die Abscisse der grössten Hubhöhe der Muskelcurve und y_m jene selbst oder die entsprechende Ordinate. Die Parabelgleichung erster Art lässt sich dann in die der zweiten überführen, wenn man $x_2 = y_m - y_1$ und $y_2 = x_m - x_1$ setzt.

Die zu Ausmessungen und Formbestimmungen geeigneten Muskelcurven werden bei gleichförmiger Bewegungsgeschwindigkeit des Aufzeichnungsgrundes gewonnen. Jedes Element der Abscisse drückt daher auch ein beständiges Zeitelement aus. Wir können daher $dx = dt$ setzen, wenn t die Zeit bedeutet, und den Verkürzungsgang

---

1) Tait in den Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. Vol. 7, Edinburgh 1872, p. 501.

Digitized by Google

$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{dt}$ als einen Geschwindigkeitswerth und sein Differential $\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{d^2y}{dt^2}$ als eine Beschleunigungsgrösse ansehen.

Die Gleichung des zeitlich einfachsten Verkürzungsganges war:

$$\frac{dy_1}{dx_1} = E\,(x_m - x_1) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (1$$

wo x_1 und y_1 die laufenden Coordinaten der Muskelcurve, also einer Parabel zweiter Art, und E den Erfahrungscoëfficienten bedeutet. Die Gleichung selbst entspricht einer Kegelschnittsparabel erster Art, ausgedrückt in Coordinatenwerthen einer solchen zweiter Art. Da x_m eine beständige Grösse für jede einzelne Muskelcurve bildet, so gibt die Differentiation von (1) bei beständigem dx_1 die Beziehung:

$$\frac{d^2y_1}{dx_1^2} = -E \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (2$$

d. h. die Parabel erster Art hat den negativen Erfahrungscoëfficienten als Beschleunigungswerth in dem eben erläuterten Sinne. Er lässt sich als eine beständige Grösse in jedem Einzelfalle betrachten, wenn man von der Muskelermüdung absieht. Man hat eine Beschleunigung erster Ordnung.

Euler[1]) kam schon auf eine Parabel erster Art bei seinen frühesten Untersuchungen über Mechanik überhaupt und die Wirkungen der Schwere insbesondere. Das sogenannte parabolische Kettenpolygon führt auf sie zurück[2]). Die Bedingungsgleichung 2 stimmt mit einer der beiden Coordinatengleichungen der Wurflinie im leeren Raume, wenn man den Erfahrungscoëfficienten E durch die Beschleunigung g der Schwerkraft ersetzt. Da jede Beschleunigung in der Richtung der Abscissenachse der Muskelcurve fehlt, so erhält man hier die zweite, dem Nullwerthe entsprechende Beschleunigungsgleichung der Wurflinie. Man kann also wie für diese

---

1) Leonhardi Euler, Mechanica sive Motus scientia analytice explicita T. 1, Petropoli 1736, p. 32—36. Vgl. auch dessen Theoria motus corporum rigidorum. Editio nova, Gryphiswaldae 1790, p. 79.

2) Siehe z. B. W. Schell, Theorie der Bewegung und der Kräfte 2. Aufl. Bd. 2, Leipzig 1880, S. 80—82; vgl. auch S. 104.

Digitized by Google

beweisen [1]), dass der Hamilton'sche Geschwindigkeitshodograph oder die Verbindungslinie der Endpunkte der von einem beliebigen unverrückbaren Raumpunkte ausgehenden, den Geschwindigkeitswerthen proportionalen geraden Linien ebenfalls eine gerade Linie bildet, in welcher sich die Punkte mit gleichbleibender Schnelligkeit fortbewegen.

Die Differentialgleichung der Parabel zweiter Art war:

$$\frac{dy_1}{dx_1} = \frac{E}{y_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3$$

folglich, wenn wiederum dx_1 als beständig genommen wird:

$$\frac{d^2y_1}{dx_1^2} = -\frac{E}{y_1^2} \cdot \frac{dy_1}{dx_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4$$

oder, wenn man die Werthe aus 3 für $\frac{dy_1}{dx_1}$ einträgt,

$$\frac{d^2y_1}{dx_1^2} = -\frac{E^2}{y_1^3} = -\frac{1}{y_1}\left(\frac{dy_1}{dx_1}\right)^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5$$

Die Parabel zweiter Art gibt also eine negative Beschleunigung, die im umgekehrten Verhältnisse der dritten Potenz der Hubhöhe steht, deren Grösse also von einem Zeitelemente zum anderen wechselt.

Man kann die Eigenthümlichkeit der Parabel erster Art als ausschliessliche Eigenschaft dieser Kegelschnittsform aus der allgemeinen Kegelschnittsgleichung herleiten.

Die gemeinschaftliche Scheitelgleichung aller Kegelschnitte ist:

$$y^2 - px - qx^2 = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6$$

wo p den ganzen Parameter bezeichnet und den Werth $p = 2f \operatorname{tg} \alpha \sin \varphi$ besitzt, wenn f die geradlinige Entfernung des Scheitels des Kegelschnittes von der Spitze des geraden Kreiskegels, α den halben Winkel des durch die Spitze senkrecht auf die kreisförmige Grundfläche geführten Dreieckschnittes und φ den Winkel bezeichnet, den

1) W. Thomson und P. G. Tait, Handbuch der theoretischen Physik. Uebersetzt von H. Helmholtz und G. Wertheim. Thl. 1, Braunschweig 1871, S. 28. Den Hydrographenausdruck bei gleichförmiger Beschleunigung in derselben Richtung in Hamilton'scher Quaternionenrechnung gibt P. G. Tait in seinem Elementaren Handbuch der Quaternionen, übersetzt von G. v. Scherff, Leipzig 1880, S. 214.

Digitized by Google

die Kegelschnittsachse mit der Seite des Dreieckdurchschnittes, natürlich in dem Kegelschnittsscheitel, macht. Für q hat man $q = \frac{\sin\varphi \cdot \sin(2\alpha - \varphi)}{\cos 2x}$. x und y sind die laufenden Coordinaten sowohl des Kegelschnittes als der Muskelcurve. Die Gleichung 6 gibt:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{p + 2qx}{2y} \; \ldots\ldots\ldots\ldots \; (7$$

und daher

$$\frac{d^2y}{dx_2} = \frac{q - \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}{y} = \frac{4qy^2 - (p + 2qx)^2}{4y^3}.$$

Weder der Verkürzungsgang noch die Beschleunigung haben hier einen beständigen Werth. Sie wechseln mit den laufenden Coordinaten. Dieses erhält sich noch, wenn man auch für die Parabel $q = 0$ setzt und also der Anfangspunkt und die Coordinaten derselben mit denen der Muskelcurve zusammenfallen.

Soll hingegen der Scheitel des Kegelschnittes in dem Endpunkte der Ordinate der grössten Hubhöhe liegen und diese mit der Achse desselben zusammenfallen, so hat man $y_m - y_1$ statt x und $x_m - x_1$ statt y in der Gleichung 6 zu setzen. Also:

$$(x_m - x_1)^2 - p \cdot (y_m - y_1) - q\,(y_m - y_1)^2 = 0 \; \ldots \; (9$$

oder

$$x^2_m + x_1^2 - 2x_m x_1 - p\,(y_m - y_1) - q\,(y^2_m + y_1^2) - 2q\,y_m y_1 = 0 \quad (10$$

p und q sind für den Kegelschnitt überhaupt und x_m und y_m für die besondere Muskelcurve beständige Werthe. Wir können daher die Grösse $x^2_m - p\,y_m - q\,y^2_m = -a$ setzen. Folglich

$$x_1^2 - q\,y_1^2 - 2x_m x_1 - 2q\,y_m y_1 + p\,y_1 - a = 0 \; \ldots \; (11$$

Daher, da a beständig ist:

$$\frac{dy_1}{dx_1} = \frac{x_m - x_1}{\frac{p}{2} - 2q\,(y_m + y_1)} \; \ldots\ldots\ldots \; (12$$

Für die Parabel wird $q = 0$ (und des Parallelismus wegen $\varphi = 2\alpha$). Folglich

Digitized by Google

$$\frac{dy_1}{dx_1} = \frac{x_m - x_1}{\frac{p}{2}} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (13$$

oder, wenn man $\frac{p}{2} = \frac{1}{E}$ setzt:

$$\frac{dy_1}{dx_1} = E(x_m - x_1) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14$$

dieselbe Gleichung, welche wir schon auf anderem Wege früher abgeleitet haben, wobei nur zu beachten ist, dass p den ganzen Parameter bezeichnet.

Die fernere Differentiation von 12 gibt:

$$\frac{d^2y_1}{dx_1^2} = \frac{2q\left(\frac{dy_1}{dx_1}\right)^2 - 1}{\frac{p}{2} - 2q(y_m + y_1)} \ldots\ldots\ldots \quad (15$$

Die Parabel hat aber $q = 0$. Gl. 15 geht also dann über in

$$\frac{d^2y_1}{dx_1^2} = -\frac{1}{{}^1/_2\, p} = -E \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (16$$

wie schon früher auf anderem Wege hergeleitet worden. Hieraus folgt, dass die erste Art der Kegelschnittsparabel die einzige Linie zweiten Grades ist, deren Gleichung einen beständigen, von Null verschiedenen zweiten Differentialcoëfficienten besitzt.

Man kann nachweisen, dass sie die einzige algebraische Linie überhaupt bildet, welcher diese Eigenschaft zukommt. Da die Gleichung der Geraden $y = ax + b$ ist, so wird $\frac{d^2y}{dx_2} = 0$. Denken wir uns aber, die Veränderlichen seien in einer höheren algebraischen Curvengleichung von vorn herein oder durch eine passende Substitution getrennt, so hat man die allgemeine Form:

$$y^n \pm ay^{n-1} \pm \ldots \pm c = \pm f(x) \ldots\ldots\ldots \quad (17$$

wo $a \ldots c$ von den laufenden Coordinaten x, y unabhängige Grössen sind und f das Functionszeichen darstellt. Die zweimalige Differentiation von 17 führt zu

$$\frac{d^2y}{dx_2} = \frac{\pm f''(x)}{n(n-1)y^{n-2} \pm n(n-1)(n-2)y^{n-3} \pm \ldots} \quad (18$$

Digitized by Google

Setzen wir voraus, dass $n > 2$, so bleibt immer der Nenner mit einer Potenz der Veränderlichen y behaftet. $f(x)$ kann nicht im ersten Grade von x sein, wie dann $\frac{d^2y}{dx^2} = 0$ wäre. x schwindet in dem Ausdrucke von $\frac{d^2y}{dx_2}$, wenn $f(x)$ die Grösse x im zweiten, nicht aber, wenn sie sie in einem höheren Grade enthält. Daher:

Die Parabel erster Art, welche häufig die Muskelcurve der nur kurze Zeit anhaltenden Schliessungs- oder Oeffnungszuckung bildet, ist die einzige unter allen denkbaren algebraischen Linien, die eine von Null verschiedene beständige Grösse als zwei Differentialcoëfficienten besitzt. Sie gleicht dem Erfahrungscoëfficienten, wenn die Ermüdungseinflüsse unmerklich bleiben.

Die der Grösse und der Richtung nach unveränderliche Beschleunigung bildet den Ausdruck der Kraft, welche die Muskelzusammenziehung entwickelt. Sie wirkt gerade von unten nach oben während der Verkürzung und von oben nach unten während der Erschlaffung, unmittelbar bei parallel- und geradfaserigen und senkrecht aufgehängten Muskelfasern und nach der Reduction durch die Cosinusbeziehung bei schiefen. Die Geschwindigkeitscomponente senkrecht zur Parabelachse, die mit der Beschleunigungsrichtung zusammenfällt, also die wagerechte Geschwindigkeitscomponente ist dann ebenfalls beständig und die Projectien eines beliebigen Bogenstückes auf diese wagerechte Richtung der Zeit, die zu seiner Herstellung nöthig ist, proportional [1]). Wir kommen daher wiederum auf einem neuen Wege darauf zurück, dass gleiche Abscissenstücke der Muskelcurve gleichen Zeiten entsprechen.

Entwickelt man die Gleichung der Kettenlinie [2])

$$y = \frac{a}{2}\left(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (19$$

wo x, y die laufenden Coordinaten, a die Faden- oder Bogenlänge,

1) Siehe Schell a. a. O. S. 152.

2) Ein Punkt, der mit einer der Geschwindigkeit proportionalen Beschleunigung emporgeworfen würde, beschriebe eine Kettenlinie. Vgl. Schell a. a. O. S. 150.

Digitized by Google

deren Gewicht der wagerechten Spannungscomponente gleicht, und e die Basis der natürlichen Logarithmen, in eine nach den Potenzen von x steigende Reihe, so erhält man:

$$y - a = \frac{x^2}{2!\,a} + \frac{x^4}{4!\,a^3} + \frac{x^6}{6!\,a^5} + \ldots\ldots\ldots \quad (20$$

Man hat also eine umgekehrt gestellte Parabel erster Ordnung, wenn x so klein bleibt, dass die vierten und die höheren, durch die entsprechende Factorielle und das um eine Potenz niederere a getheilten Potenzen derselben gegenüber der zweiten dividirt durch $2a$ ohne merklichen Fehler vernachlässigt werden können, also in der Nähe des Curvenscheitels. Dieses ist der Grund, weshalb manche Muskelcurven an eine Kettenlinie mehr oder minder erinnern.

Digitized by Google

Ueber den Einfluss des kohlensauren Natrons und des kohlensauren Kalks auf den Eiweissumsatz im Thierkörper.

Von

Dr. Adolf Ott,

Privatdocent an der k. k. Universität zu Prag.

(Aus dem medicinisch-chemischen Laboratorium in Prag.)

Wenn man die bisher gemachten Angaben der Forscher über die Einwirkung, welche das kohlensaure Natron auf den Eiweissumsatz im Thierkörper ausübt, eingehender verfolgt, so findet man, dass verschiedene Ansichten darüber vorliegen. Während die Einen behaupten, dass die Einfuhr von kohlensaurem Natron gar keinen Einfluss auf den Stoffwechsel habe, wird von Anderen als Thatsache hingestellt, dass das kohlensaure Natron die Ausfuhr der stickstoffhaltigen Umsatzproducte steigere oder vermindere. So fand Münch [1]) in seinen an fünf Personen mit steigenden Dosen (3 — 9^{g}) von kohlensaurem Natron angestellten Versuchen bloss eine Vermehrung der Wasserausscheidung, welcher der Verlust an Körpergewicht entsprach, aber keinen stetigen Einfluss auf den Umsatz der Eiweisskörper im Organismus; die Harnsäure verminderte sich wohl anfangs, nahm aber bald wieder zu, ohne die Norm zu überschreiten. Desgleichen sah auch Severin [2]) bei Einnahme von 2^{g} dieses Mittels keine Vermehrung der Harnsäure eintreten.

Viel häufiger dagegen als diese Angaben finden sich jene, welche dem kohlensauren Natron einen entschiedenen Einfluss vindiciren.

---

1) Archiv f. gem. Arbeiten zur Förderung der wissenschaftl. Heilkunde Bd. 6 S. 429 — 444.

2) Ueber die Einwirkung des kohlensauren Natrons etc. Inauguraldissertation. Marburg 1868.

Digitized by Google

In den Handbüchern der Arzneimittel- und Heilquellenlehre wird noch immer betont, dass das kohlensaure Natron den Umsatz der Eiweisskörper vermehre, die Producte der regressiven Metamorphose im Körper steigere. In gleichem Sinne hat sich auch Seegen[1]) ausgesprochen, indem er sagt: „Das kohlensaure Natron scheint die Ausscheidung der stickstoffhaltigen Umsatzproducte durch die Nieren in Form von Harnstoff wesentlich zu steigern.“ Das Gegentheil will Rabuteau[2]) gefunden haben. Aus seinen Untersuchungen ergab sich, dass bei Natronzufuhr der Harnstoff um 7—8 % abgenommen hatte, der Harnstoff, Kreatin und Kreatinin in verminderter Quantität zur Ausscheidung gelangten.

Bei so widerstreitenden Anschauungen lag es nahe, die Frage von neuem aufzunehmen und zu erforschen, wie sich die Stoffwechselverhältnisse im thierischen Organismus bei der Einfuhr von kohlensaurem Natron gestalten, welche der Ansichten einer kritisch vorgenommenen Untersuchung gegenüber bestehe. Von vorn herein hätte man wohl an einen Einfluss durch die etwa geänderte Verdauung denken können. Denn wenn man erwägt, dass die Einfuhr des kohlensauren Natrons die zur Verdauung nothwendige Säure neutralisirt und damit die verdauende Kraft des Magensaftes aufhebt, so musste man auf dem Wege dieser Ueberlegung dahin kommen, dass die Assimilation der eingeführten stickstoffhaltigen Substanzen im besten Falle verzögert werde und demnach auch die Ausfuhr eine entsprechende Verzögerung erfahre. Nachdem es aber nicht gut möglich ist, den menschlichen Organismus unter so gleichbleibende Bedingungen zu versetzen, wie dies der Thierorganismus gestattet, demzufolge die Resultate der an Thieren angestellten Versuche mit weitaus grösserer Sicherheit zu erreichen sind, so wurde für die Untersuchung ein Hund benützt.

Die Versuche wurden mit Zusatz von 1g chlorfreiem, chemisch reinem kohlensauren Natron zur Fleischnahrung begonnen und in steigender Gabe von 2 bis 3g fortgesetzt. Trotzdem aber das Natron sorgfältig in Fleisch gewickelt war, zeigte das Thier schon bei 2g

1) Ueber die Ausscheidung des Stickstoffs der im Körper zersetzten Albuminate: Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wissensch., 2. Abth., Januarheft 1871, Bd. 63.

2) Gazette hebdomadaire de Med. et Chir. 1871 N° 43 p. 692.

Digitized by Google

eine Abneigung dagegen, und nach Darreichung von 3g kam es zum Erbrechen, wobei am ersten Tage nur eine geringe Menge des Genossenen, am zweiten aber alles erbrochen wurde.

Aus diesem Grunde haben wir uns bei der eigentlichen Versuchsreihe auf die Dosis von 2g pro Tag beschränkt, und um die neutralisirende Wirkung auf die Magensäure mit noch grösserer Sicherheit zu prüfen, eine zweite Versuchsreihe mit reinem kohlensaurem Kalk daran geschlossen.

Zu den Versuchen diente ein Hund von beiläufig 10kg Körpergewicht als Versuchsobject. Derselbe war bereits wiederholt zu Stoffwechseluntersuchungen benützt worden und in Folge dessen so abgerichtet, dass er dreimal täglich den Harn beim Herausführen in ein untergehaltenes Becherglas entleerte. Der Koth wurde auf gleiche Weise in einer untergehaltenen Porzellanschale gesammelt. Das Thier befand sich in einem constant auf 18° C. erwärmten Zimmer und war angebunden. Die Nahrung bestand in täglich 500g reinem, von Sehnen und Fett möglichst befreitem, in kleine Stücke geschnittenem Pferdefleisch. Wasser konnte der Hund in der Versuchsreihe mit kohlensaurem Natron so viel trinken als er Lust hatte; in der Versuchsreihe mit kohlensaurem Kalk bekam er bloss 150g pro Tag. Das Fleisch wurde stets für 3 Tage auf einmal angeschafft.

I. Versuchsreihe mit kohlensaurem Natron.

Nachdem das Thier durch eine längere Vorfütterung mit 500g reinen Fleisches ins Stickstoffgleichgewicht gekommen war, wurden zuerst zwei Versuchsreihen unternommen, bei welchen der Stickstoffgehalt des Harns mittels der Titrirmethode erforscht und jener des Fleisches unter Zugrundelegung der von Voit angegebenen Mittelzahl mit 3,4 % angenommen wurde. Da jedoch die dabei gewonnenen Resultate keineswegs befriedigend erschienen, der möglicherweise veränderliche Stickstoffgehalt des Fleisches, sowie die Nichtberücksichtigung der mit den Fäces ausgeführten Stickstoffmengen als Fehlerquellen angesehen werden mussten, so wurde noch eine dritte Versuchsreihe durchgeführt, bei welcher ich die einzelnen Fleischproben, sowie den Koth einer genauen Untersuchung mittels

Digitized by Google

der Will-Varrentrapp'schen Methode unterwarf. So war es möglich, das Ein- und Ausgeführte genau zu vergleichen und eine richtige Bilanz zu ziehen. Deshalb soll auch nur diese Versuchsreihe ihre eingehendere Darstellung finden. Dieselbe wurde am 11. Februar 1880 begonnen und am 13. März beendet, dauerte also im Ganzen 32 Tage. Davon kamen 12 Tage auf die Vorperiode, 8 auf die Zeit der Natronzufuhr, 12 auf die Nachperiode. Wie sich aber später zeigte, mussten einige Tage aus dieser Reihe eliminirt werden. Es trat nämlich an jenen Tagen, wo sich der Einfluss des zur Kothabgrenzung nothwendigen Knochenzusatzes zur Fleischfütterung geltend machte, eine im Vergleich zu den anderen Tagen unverhältnissmässige Zunahme der Stickstoffausscheidung ein und konnten deshalb diese Tage in der Zusammenfassung der Resultate keine Berücksichtigung finden. Dadurch reducirte sich die Zahl der in Rechnung gebrachten Tage auf 28, wovon 10 auf die Vorperiode, 7 auf die Natronperiode und 11 auf die Nachperiode entfielen. Der Harn wurde mit der Titrirmethode auf Stickstoffgehalt geprüft; der Koth wurde, nachdem er gewogen, von beigemengten Haaren möglichst gereinigt war, mit einigen Tropfen Schwefelsäure versetzt, auf dem Wasserbade getrocknet, dann pulverisirt und eine abgewogene Probe desselben zur Bestimmung nach Will-Varrentrapp verwendet. Das Fleisch, stets für 3 Tage auf einmal vorbereitet, wurde in kleinen Portionen der Gesammtmenge entnommen, gewogen und getrocknet. Vor der Untersuchung wurde es nochmals gewogen, dann pulverisirt und ebenfalls nach Will-Varrentrapp analysirt. Die Analyse wurde in der von Max Gruber[1]) angegebenen Weise ausgeführt, nachdem derselbe neuerdings nachgewiesen hat, dass die Natronkalkverbrennung zur Analyse des Fleisches vollkommen brauchbar ist. Von jeder Koth- und Fleischprobe wurden wenigstens zwei Bestimmungen gemacht. Wenn dieselben nicht ganz gut stimmten, wurde noch eine dritte und vierte Untersuchung ausgeführt.

Die Aus- und Einfuhr verhielt sich in den drei Perioden folgendermassen:

---

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 16 S. 367.

Digitized by Google

Tabelle I.

Datum	Stickstoffgehalt des Fleisches	Mittelzahl des Fleischstickstoffs	Stickstoffgehalt des Harns	Mittelzahl des N-Gehaltes des Harns	N-Gehalt des Kothes	Mittelzahl des N-Gehaltes des Kothes
Februar						
11.	16,50		16,37			
12.	16,50		15,52			
13.	17,15		15,92			
14.	17,15		16,08			
15.	17,15	16,82 = 3,364 %	15,26	15,992	0,6435	0,2655
17.	17,25		16,16			
18.	17,25		16,41			
19.	16,40		16,15			
20.	16,40		16,08			
21.	16,40		15,97		2,0114	
24.	16,80		15,97			
25.	16,65		15,68			
26.	16,65		16,79		1,1529	
27.	16,65	16,643 = 3,328 %	15,27	15,768		0,3459
28.	16,60		15,58			
29.	16,60		15,27			
März 1.	16,60		15,82		1,2686	
3.	16,15		15,40			
4.	16,15		14,66			
5.	16,35		16,87			
6.	16,35		15,67			
7.	16,35		15,30			
8.	16,10	16,27 = 3,254 %	15,37	15,608		0,2396
9.	16,10		15,53		1,5276	
10.	16,10		16,60			
11.	16,45		15,23			
12.	16,45		15,87			
13.	16,45		15,19		1,1087	

In der ersten 10tägigen Periode betrug die Stickstoffeinfuhr 168,20g, die Ausfuhr 162,575g. Es übertraf also die Einfuhr jene der Ausfuhr um 5,625g. Zieht man aus den diese constituirenden Zahlen das Mittel, um die für den einzelnen Tag entfallende Ein- und Ausfuhr kennen zu lernen, so ergibt sich: 16,82g für den Stickstoffgehalt von 500g Fleisch oder 3,364 %, ferner 15,992 für den des Harns und 0,2655 für jenen des Kothes. Nimmt man nun

Digitized by Google

mit Voit[1]) an, dass bei der Titrirmethode das Resultat der im Harn gefundenen Stickstoffmenge um 2,8 % zu gering sei, und wird diese Correction auf die von mir gefundenen Zahlen angewendet, so beträgt das Deficit der Ausfuhr in Harn und Koth statt 5,625 nur 1,148^{g} für die ganze Periode, oder 0,1148 statt 0,5625 pro Tag.

Es wurde also beinahe aller mit dem Fleisch eingeführter Stickstoff zur Ausscheidung gebracht. Dementsprechend hat auch das Thier keine Veränderung in seinem Körpergewicht erfahren. Die Schwankungen des letzteren waren meist auf Ansammlung oder Entleerung des Kothes zurückzuführen. Die Harnmenge betrug in dieser Periode durchschnittlich 430^{ccm} pro Tag. Das specifische Gewicht desselben variirte zwischen 1,040 und 1,045; die Reaction des Harns war im Anfang der Periode stark, später schwach sauer.

In der zweiten Periode, wo der Hund durch 7 Tage täglich 2^{g} kohlensaures Natron zu seinem Fleische beigemengt erhielt, war die Differenz der Ein- und Ausfuhr geringer als in der Vorperiode. Der eingeführte Stickstoff betrug 116,55^{g}, der mit Harn und Koth ausgeführte 112,8015, das Deficit der Ausfuhr also 3,7385. Bringt man an diesen Zahlen ebenfalls die oben angeführte Correctur nach Voit an, so fällt das Deficit auf 0,64802. Für den einzelnen Tag berechnet, beziffert sich dasselbe auf 0,0926^{g}.

Das in dieser Periode eingeführte Fleisch hatte einen geringeren Stickstoffgehalt als jenes der Vorperiode, im Mittel: 16,643^{g} oder 3,328 %. Die Stickstoffausscheidung durch den Koth, welche während dieser Periode 2,4215^{g} betrug, berechnete sich für den einzelnen Tag auf 0,3459 Stickstoff, während jene des Harns 15,768^{g} ausmachte. Mit Ausnahme der Reaction des Harns, welcher die ganze Periode hindurch amphoter war, blieben alle übrigen Verhältnisse denen der Vorperiode gleich. Körpergewicht, Harnmenge und specifisches Gewicht des Harns variirten hier in denselben Grenzen wie dort.

In der dritten 11 Tage umfassenden Nachperiode hatte sich die Ein- und Ausfuhr nahezu vollständig ausgeglichen. Eingeführt wurden 179^{g} Stickstoff, ausgeführt in Harn und Koth 174,3263.

---

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 1 S. 123.

Digitized by Google

Es beziffert sich hier also das Deficit der Ausfuhr mit 4,6737, beziehungsweise fällt es sogar negativ aus, indem mit Zugrundelegung der Voit'schen Correctivzahl sich ein Plus von 0,1335 für die ganze Periode oder von 0,0121 g pro Tag ergibt. Das in dieser Periode gefütterte Fleisch hatte einen noch geringeren Stickstoffgehalt als jenes der Natronfütterungsperiode.

Die tägliche Stickstoffeinfuhr betrug nur 16,27 g, oder der Stickstoffgehalt des Fleisches war 3,254 %. Im Koth waren in der Nachperiode 2,6363 g im Ganzen oder 0,2396 pro Tag, im Harn 15,768 g Stickstoff täglich zur Ausscheidung gelangt. Das Körpergewicht ging in dieser Periode ein wenig herab, jedoch war auch hier die Differenz mit der in den früheren Perioden gefundenen Zahl keine bedeutende. Der Harn, welcher in den ersten 5 Tagen nach dem Aufhören der Sodazufuhr noch amphoter reagirte, wurde am 6. Tage sauer und zeigte nach weiteren 2 Tagen abermals die im Beginn der Versuchsreihe nachgewiesene deutlich saure Reaction. Die Harnmenge ergab keine wesentliche Veränderung, und das specifische Gewicht war nur einige Tage unter 1,040 gesunken, jedoch nicht in der Constanz und Grösse, dass der Unterschied ein wesentlicher genannt werden kann.

Zum leichteren Ueberblick der Gesammtresultate diene folgende Tabelle:

Tabelle II.

Stickstoff	1. Periode	2. Periode	3. Periode
Einfuhr	168,20	116,55	179,00
Ausfuhr	162,575	112,802	174,326
Deficit	— 5,625	— 3,748	— 4,674
rectificirt nach Voit . .	— 1,148	— 0,648	+ 0,134

Wenn man also die aus dieser Versuchsreihe sich ergebenden Resultate näher ins Auge fasst und die jeder Periode entsprechenden Differenzzahlen der Einfuhr und Ausfuhr mit einander vergleicht, so sieht man, dass dieselben ganz unbedeutend sind und keinesfalls einen wesentlichen Einfluss des kohlensauren Natrons auf den Umsatz der Eiweisskörper im thierischen Organismus erkennen lassen. Dem von der ersten bis zur dritten Periode stetig abnehmenden Procentgehalt des Fleisches entsprechend, nahm auch die Stickstoffausscheidung durch den Harn ab. Während in der Vorperiode die

Digitized by Google

Stickstoffzufuhr im Fleische täglich 16,82, in der zweiten 16,643 und in der dritten 16,27g betrug, wurden in der ersten Periode mit dem Harn täglich 15,992, in der zweiten 15,768, in der dritten 15,608g Stickstoff ausgeschieden.

Reducirt man den Stickstoffgehalt des Fleisches auf den Procentsatz, so ergibt sich 3,364 % für die erste, 3,328 % für die zweite und 3,254 % für die dritte Periode. Man ersieht daraus, wie schwankend der Stickstoffgehalt des Fleisches und wie wichtig es ist, bei solchen Stoffwechseluntersuchungen, bei welchen kleine Differenzen in der Stickstoffausscheidung schon von entscheidendem Werth sein könnten, ebenso wie in den Versuchen von Gruber, den Stickstoffgehalt jeder einzelnen verfütterten Fleischportion für sich zu ermitteln. Endlich möge noch die mit dem Koth ausgeschiedene Stickstoffmenge einer Erwägung unterzogen werden. Greift man nämlich auf die oben bemerkte Ueberlegung zurück, dass die Neutralisation des Magensaftes die Magenverdauung der Eiweisskörper herabzusetzen im Stande sei, so könnte man annehmen, dass nicht alles eingeführte Eiweiss vom Magen verdaut, sondern ein Theil desselben in den Darm fortgeschafft wurde und auf diese Weise der mit dem Kothe ausgeschiedene Stickstoff eine höhere Ziffer erreichte. In der That zeigte auch die Sodaperiode eine höhere Ausscheidungsziffer des Stickstoffs im Kothe, als dies in der Vor- und Nachperiode der Fall war. Während in der Vorperiode nur 0,2655, in der Nachperiode 0,2396g auf den Tag entfallen, ist die tägliche Ausscheidungsgrösse der Sodaperiode 0,3459g. Wenn man aber erwägt, dass während dieser Periode der Koth rascher und dünner als in den beiden anderen abgesetzt wurde, dass mit der rascheren Bewegung des Darminhalts auch die in der Verdauung sonst gegebene Zeit verkürzt war, demnach die eingeführten Stoffe nicht vollständig ausgenützt werden konnten, so muss man das Auftreten der grösseren Stickstoffmenge im Kothe wohl dahin deuten, dass diese nur die Folge der durch das kohlensaure Natron herbeigeführten Beschleunigung der Darmbewegung und keineswegs des durch die Natronzufuhr veränderten Eiweissumsatzes sei.

Aus allen diesen durch die Untersuchung sich ergebenden Resultaten geht also hervor: dass das kohlensaure Natron

Digitized by Google

in Gaben von 2^g auf 500^g Fleisch keinen Einfluss auf den Umsatz der Eiweisskörper im thierischen Organismus wahrnehmen lasse.

II. Versuchsreihe mit kohlensaurem Kalk.

Von der Voraussetzung ausgehend, dass die Neutralisirung des Magensaftes die Verdauung der Eiweisskörper beeinträchtigen und demzufolge die Stickstoffausfuhr beeinflussen könnte, wurde die zweite Versuchsreihe mit reinem kohlensauren Kalk besonders deshalb unternommen, weil derselbe besser ertragen wird, in grösseren Dosen gereicht werden kann und so die Neutralisirung des Magensaftes vollständiger zu Stande bringt, als dies mit den bloss auf 2^g beschränkten Dosen von kohlensaurem Natron der Fall war. Als Versuchsthier diente derselbe Hund, der schon in der ersten Versuchsreihe benützt worden war. Das Thier erhielt wieder 500^g von Sehnen und Fett möglichst befreiten Pferdefleisches und 150^g Wasser pro Tag. Vor der Fütterung wurde es stets auf die Wage gebracht; die Secrete: Harn und Koth in derselben Weise gesammelt wie bei der ersten Versuchsreihe.

Um möglichst genaue Resultate zu erhalten, wurden diesmal nicht nur der Koth und das Fleisch, sondern auch der Harn mittels der Will-Varrentrapp'schen Methode analysirt. Zu diesem Behufe wurde der Harn, nachdem die Tagesmenge, Reaction und specifisches Gewicht bestimmt waren, mit destillirtem Wasser auf 500 und 1000^{ccm} aufgefüllt, dann 5^{ccm} davon in ein sog. Hofmeister-sches Schälchen abgemessen und mit 5^{ccm} kalt gesättigter Oxalsäurelösung versetzt; dazu wurde etwas geglühte Gyps-Russmischung beigemischt und endlich das Ganze in der Trockenkammer zur Trockene eingedampft. Sobald es vollständig trocken geworden, wurde das Schälchen sammt seinem Inhalt in eine Achatreibschale gebracht, sorgfältig, ohne Verlust pulverisirt und mit Natronkalk gemischt, in das bereits vorbereitete Verbrennungsrohr gefüllt. Für jede Bestimmung wurden wenigstens zwei Schälchen verwendet, wo es nothwendig erschien, aber auch noch mehrere Controlproben analysirt. Im Uebrigen wurde die Füllung und Verbrennung in der

Digitized by Google

bekannten, neuestens von Gruber (a. a. O.) beschriebenen Weise vorgenommen. Diese Methode lässt sich leicht handhaben und sollte überall, wo es sich darum handelt, ganz genaue Resultate zu erhalten, geübt werden.

Nachdem das Thier ins Stickstoffgleichgewicht gekommen war, wurde am 1. December 1880 mit der Vorperiode begonnen. Dieselbe dauerte 8 Tage, worauf eine gleich lange Zeit zur Fütterung mit kohlensaurem Kalk und zwar 6 Tage mit je 5^{g} und 2 Tage mit je 10^{g} folgte. Den Schluss bildete die Nachperiode in der Dauer von 6 Tagen. Die beabsichtigte 8tägige Dauer für diese Periode scheiterte daran, dass am 7. Tage Harn verloren ging, weshalb schon mit dem 6. Tage abgeschlossen wurde. Die Ein- und Ausfuhr gestalteten sich in folgender Weise:

Tabelle III.

Datum	Stickstoffgehalt des Fleisches	Mittelzahl	Stickstoffgehalt des Harns	Mittelzahl	Stickstoffgehalt des Kothes	Mittelzahl
December						
1.	16,765		16,34			
2.	16,765		16,32			
3.	16,105		16,14			
4.	16,105	16,095	16,73	16,09		0,231
5.	16,105		15,00			
6.	15,640		16,27			
7.	15,640		15,25			
8.	15,640		16,74		1,85	
9.	16,85		15,95			
10.	16,85		16,04			
11.	16,85		15,30			
12.	17,00		16,24			
13.	17,00	16,906	15,96	15,88	2,51	0,314
14.	17,00		15,72			
15.	16,85		16,36			
16.	16,85		14,63			
17.	16,85		17,15			
18.	17,35		16,03			
19.	17,35		16,73			0,326
20.	17,35	17,01	16,33	16,49	1,96	
21.	16,60		16,54			
22.	16,60		16,20			

Digitized by Google

In der ersten Periode wurden 128,765g Stickstoff mit der Nahrung eingeführt und 130,46g Stickstoff durch Harn und Koth ausgeführt, demnach um 1,875g mehr aus- als eingeführt. Es ist dies ein minimaler Ueberschuss, der auf den einzelnen Tag berechnet sich mit 0,234 beziffert, daher so geringfügig, dass man ihn vollständig unbeachtet lassen und annehmen kann, dass Ein- und Ausfuhr einander das Gleichgewicht hielten. Es ist auch möglich, dass von einem früher im Ueberschuss eingeführten Eiweisskörper, bzw. einem stickstoffreicheren Fleisch, ein Plus im Organismus des Thieres aufgespeichert war, welches erst hier zur Ausscheidung gelangte. Das Körpergewicht schwankte in den Grenzen von höchstens 70g; meist differirte es nur zwischen 20 und 40g, und eine Abnahme war nur dann besonders merkbar, wenn das Thier Koth abgesetzt hatte. Eine gleiche Constanz zeigte die Harnmenge: 425 bis 460ccm. Das specifische Gewicht variirte zwischen 1,033 und 1,037; die Reaction, welche im Beginn schwach sauer war, wurde am 4. Tage amphoter und blieb so die ganze Vorperiode hindurch; das Fleisch, welches in dieser Vorperiode verfüttert wurde, hatte einen Stickstoffgehalt von 3,219%.

In der Kalkeinfuhrsperiode, welche 6 Tage mit Zusatz von je 5g und 2 Tage von je 10g, also im Ganzen 8 Tage umfasst, wurden 135,25g Stickstoff eingeführt und 128,76 ausgeschieden. Demnach war hier die Einfuhr um 6,49g grösser als die Ausfuhr, oder pro Tag um 0,81g. Nun repräsentiren 6,499g Stickstoff eine Gewichtsmenge von 191g Fleisch, um welche das Thier hätte schwerer geworden sein müssen. Da aber das Körpergewicht mit dem der Vorperiode nicht wesentlich differirte, so liesse sich ein Fleischansatz nur unter gleichzeitigem Wasser- oder Fettverlust annehmen. Inwiefern diese verringerte Stickstoffausfuhr mit der Einverleibung des Kalkes in einem Zusammenhang stehe, lässt sich schwer begründen. Es wäre vielleicht zu erwägen, ob nicht der geringere Stickstoffgehalt des Fleisches in der Vorperiode sich hier noch geltend machte und das Plus des in der Kalkperiode eingeführten Stickstoffs, welches gerade der gefundenen Differenz von 6,49 entspricht, im Körper angesetzt und deshalb nicht zur Ausscheidung gekommen war. Der Harn zeigte, was Menge und specifisches Gewicht

Digitized by Google

betrifft, dieselben Werthe wie in der Vorperiode; nur die Reaction, welche in den ersten 4 Tagen noch amphoter war, wurde in den letzten 4 Tagen alkalisch. Die Menge des mit dem Harn ausgeschiedenen Stickstoffs betrug 126,25g, also 15,88 für den einzelnen Tag, und jene des Kothes 2,51g, bzw. 0,314 pro Tag. Der Koth verlor allmählich seine schwarze Farbe und wurde bei vorschreitender Kalkdarreichung weiss.

In der dritten oder Nachperiode, welche den Zeitraum vom 17. bis 22. December umfasste, betrug die Einfuhr 102,10g, die Ausfuhr 100,94. Es wurde also im Ganzen 1,16g Stickstoff weniger ausgeführt. Der mittlere Werth des mit dem Fleische eingeführten Stickstoffs war 17,01 oder 3,4 %, also noch höher als in der Kalkperiode. Wenn man hier ebenfalls annimmt, dass das Plus der eingeführten Stickstoffmenge noch im Organismus angesetzt wurde, daher nicht zur Ausscheidung gelangte, so wird sich das Resultat sogar dahin ändern, dass um 4,37g Stickstoff, bzw. 3,21 mehr zur Ausscheidung kamen, als die obige Berechnung angibt. Demzufolge würden dann nur 96,57g als Einfuhrziffer in Rechnung zu bringen sein. Doch abgesehen davon, ist die Differenz, wie sie aus der Berechnung in dieser Periode sich ergibt, immerhin als eine ganz minimale zu betrachten, so dass man auch hier ein Aequipariren der Ein- und Ausfuhr annehmen kann. In den übrigen Verhältnissen war gleichfalls keine wesentliche Veränderung eingetreten. Der Harn wurde in gleicher Menge ausgeschieden, wieder amphoter und zeigte bloss ein etwas höheres specifisches Gewicht als in der Vorperiode. Durch den Harn wurden in dieser Periode 98,98g, durch den Koth 1,96g ausgeschieden, bzw. 16,492g Stickstoff im Harn, 0,326g im Kothe pro Tag.

Zur genaueren Uebersicht der Ein- und Ausfuhr diene folgende Tabelle:

Tabelle IV.

Stickstoff	1. Periode	2. Periode	3. Periode
Einfuhr	128,765	135,25	102,10
Ausfuhr	130,64	128,76	100,94
Differenz	+ 1,875	— 6,49	— 1,16

Digitized by Google

Wenn man diese durch die Analyse gefundenen Differenzwerthe mit einander vergleicht, so findet man, dass nur geringe Abweichungen in den einzelnen Perioden zum Ausdruck gelangten. Es wird deshalb auch kaum gestattet sein, diesen Resultaten in Bezug auf die Kalkeinführung ein grösseres Gewicht beizulegen, um so mehr, wenn man die oben bemerkte Correctur in Erwägung zieht. Möglich wäre es aber immerhin, dass, wenn auch in sehr geringem Maasse, bei dem Kalkgebrauche eine Verminderung in der Ausscheidung der stickstoffhaltigen Elemente eintrete — mit anderen Worten: dass ein geringer Theil der eingeführten Eiweisssubstanzen im Körper seine Verwerthung finde —, der Stoffwechsel um ein Geringes retardirt erscheine.

Ueberblickt man zum Schluss die aus der Untersuchung sich ergebenden Resultate, so lassen sich diese dahin zusammenfassen:

1. Das Körpergewicht blieb sich in allen drei Perioden ziemlich gleich. Geringe Abnahmen waren an die vor dem Wägen erfolgte Kothentleerung geknüpft.
2. Die Harnmenge hielt sich gleichmässig schwankend.
3. Die Reaction des Harns war meist amphoter, nur während der zweiten Hälfte der Kalkfütterung alkalisch.
4. Das spec. Gewicht zeigte in der Vor- und Kalkperiode gleiches Verhalten, nur in der Nachperiode eine constant höhere Ziffer.
5. Die Stickstoffausscheidung durch den Harn ist in der ersten Periode der Stickstoffeinfuhr nahezu gleich, in der zweiten am geringsten und in der dritten wieder etwas höher, wenngleich sie noch unter dem Werthe der Einfuhr zurückbleibt.
6. Der Stickstoffgehalt des Kothes bewerthet sich in der Kalkperiode am höchsten, was aber mit der grösseren Ausscheidungsmenge zusammenhängt, während der Procentgehalt hier am niedrigsten ist.

Analytische Belege der ersten Versuchsreihe.

a) Fleischuntersuchung.

Von möglichst vielen einzelnen Stücken des präparirten Fleisches jeder 3tägigen Portion wurden mit der Scheere kleine Stückchen herausgeschnitten, in ein Trockengläschen gebracht und mit diesem

Digitized by Google

gewogen, dann nur so weit getrocknet, dass sie sich in der Achatschale leicht pulverisiren liessen. Vor dem Pulverisiren wurde das Trockenglas zurückgewogen und darauf der gesammte Inhalt des Glases in die Schale übertragen. Von der pulverisirten Substanz wurde dann ein Theil abgewogen und zur Verbrennung verwendet.

Bei der Verbrennung sind 10^{ccm} Normalschwefelsäure vorgelegt und diese nach der Verbrennung mit Viertel-Normalnatronlauge und neutraler Lakmuslösung zurücktitrirt worden. Im Ganzen wurden 11 Fleischproben analysirt. Der Verlauf der Analyse wird aus folgender Tabelle 1 ersichtlich.

x^g Fleisch geben y % Trockenrückstand. Von dem trockenen Fleisch im Gewichte von a neutralisirten b^{ccm} Normalschwefelsäure. Diese entspricht c^g Stickstoff, welche auf das trockene Fleisch v % Stickstoff, auf das frische y % Stickstoff beträgt. Von jeder Fleischprobe sind zwei Analysen aufgeführt, aus denen zum Schluss das Mittel gezogen ist.

Tabelle 1.

Fleisch vom	Fleischgewicht		Trocken-substanz in %	Es wurde neutralisirt		Grm. N im Trocken-fleisch	Stickstoff-gehalt Procent im		Mittel in %
	frisch	trocken		Trocken-fleisch Grm.	durch Ccm. Normal-Schwefel-säure		trocknen Fleisch	frischen Fleisch	
Februar 11. 12.	69,5019	61,2292	25,62	0,3146	2,875	0,04025	12,78	3,27	3,30
				0,4093	3,825	0,05355	13,03	3,33	
13. 14. 15.	62,5797	52,2500	26,05	0,3725	3,525	0,04935	13,24	3,45	3,43
				0,3453	3,225	0,04515	13,07	3,40	
17. 18.	71,4820	62,9343	26,78	0,2959	2,725	0,03815	12,90	3,45	3,45
				0,3335	3,0725	0,043025	12,90	3,45	
19. 20. 21.	76,8213	69,0851	24,65	0,3458	3,225	0,04515	13,31	3,26	3,28
				0,3244	3,1	0,0434	13,38	3,29	
24.	71,2561	61,8405	26,30	0,4390	3,2	0,0565	12,68	3,34	3,36
				0,3779	3,125	0,04865	12,81	3,37	
25. 26. 27.	75,4107	65,9945	25,31	0,3662	3,45	0,0483	13,19	3,34	3,33
				0,2987	2,8	0,03885	13,12	3,32	
Februar-März 27. 28. 1.	69,0453	61,2308	25,79	0,3762	3,5	0,049	13,02	3,26	3,32
				0,3480	3,1375	0,043965	12,66	3,29	
3. 4.	67,3773	59,6984	24,95	0,3142	2,925	0,04095	13,03	3,25	3,23
				0,3125	2,875	0,04025	12,88	3,21	

Digitized by Google

Tabelle 1.
(Fortsetzung.)

Fleisch vom	Fleischgewicht frisch	Fleischgewicht trocken	Trocken-substanz in %	Es wurde neutralisirt: Trockenfleisch Grm.	Es wurde neutralisirt: durch Ccm. Normal-schwefelsäure	Grm. N im Trockenfleisch	Stickstoffgehalt: Procent im trocknen Fleisch	Stickstoffgehalt: Procent im frischen Fleisch	Mittel in %
März 5. 6. 7.	78,3337	68,2134	25,65	0,3511 0,3429	3,2 3,125	0,0448 0,03429	12,75 12,76	3,27 3,27	3,27
8. 9. 10.	45,0910	36,3980	25,49	0,4000 0,3669	3,615 3,275	0,05075 0,04585	12,69 12,50	3,24 3,19	3,22
11. 12. 13.	50,1780	42,1973	25,90	0,3657 0,3562	3,325 3,225	0,04655 0,04515	12,73 12,68	3,30 3,28	3,29

b) Kothuntersuchung.

Im Ganzen wurden 6 Kothe analysirt. Dieselben wurden getrocknet gewogen, dann pulverisirt; das Pulver weiter ebenso behandelt wie die pulverisirte Fleischsubstanz.

Tabelle 2.

Koth vom	Trockengewicht des Kothes in Grm.	Es wurden neutralisirt durch Grm. Trockenkoth	Ccm. Normalschwefelsäure	ergaben Gramm Stickstoff	Procent Stickstoff	im Mittel Procent	In der Gesammtmenge des Kothes Gramm Stickstoff
Februar 15.	12,4529	0,5875 0,5369	2,7 2,1	0,0322 0,0294	5,48 5,476	5,48	0,6435
22. 23.	37,9600	0,5406 0,5136 0,5493 0,5498	2,0 2,025 2,1 2,075	0,028 0,02835 0,0294 0,02905	5,11 5,52 5,35 5,28	5,325	2,325
26.	23,7459	0,4829 0,4544	1,675 1,575	0,02345 0,02205	4,86 4,85	4,855	1,1529
März 1.	25,3946	0,3969 0,4647	1,4 1,65	0,0196 0,0231	4,94 4,97	4,96	1,2686
9.	32,3995	0,5542 0,4777	1,85 1,625	0,0259 0,02275	4,67 4,76	4,715	1,5276
13.	24,4637	0,4772 0,4006	1,675 1,425	0,02345 0,01995	4,91 4,98	4,945	1,1087

Endlich soll hier noch eine Schlusstabelle angefügt werden, welche sämmtliche während der Versuchsreihe sich ergebenden Verhältnisse neben einander gestellt veranschaulicht.

Digitized by Google

Tabelle 3.

Datum	Körpergewicht	Fütterung	Stickstoff im Fleisch in Grm.	Stickstoff Procent	Fleisch-Mittelzahl	Harn: Tagesmenge	Harn: Reaction	Harn: spec. Gewicht	Harn: Stickstoffgehalt	Harn: Mittelzahl	Koth: Trockengewicht	Koth: Stickstoff Procent	Koth: Gesammtstickstoff	Anmerkung
Februar 11.	10,265	500 g Fleisch	16,50	3,30		460	sauer	1,043	16,37					
12.	10,205	500 "	16,50	3,30		365	"	1,045	15,52					
13.	10,145	500 "	17,15	3,41		360	"	1,047	15,92					
14.	10,175	500 "	17,15	3,41		440	schwach sauer	1,040	16,08					
15.	10,195	500 "	17,15	3,41	16,82 = 3,64 %	340	"	1,043	15,26	15,992	12,4529	5,48	0,6435	Koth mit Knochen
17.	10,150	500 "	17,25	3,45		375	"	1,044	16,16					
18.	10,145	500 "	17,25	3,45		420	"	1,040	16,41					
19.	10,180	500 "	16,40	3,28		425	"	1,037	16,15					
20.	10,200	500 "	16,40	3,28		400	"	1,040	16,08					
21.	10,180	500 " (Knochen)	16,40	3,28		370	"	1,044	15,97		37,960	5,3225	2,0114	geformter Koth vor dem Wägen
24.	10,185	500 g Fleisch, 2 g Na_2CO_3	16,80	3,36		420	amphoter	1,043	15,97					
25.	10,175	500 " "	16,65	3,33		400	"	1,044	15,68					
26.	10,205	500 " "	16,65	3,33		470	"	1,044	16,79		23,7459	4,855	1,1529	geformter und etwas dünner Koth
27.	10,065	500 " "	16,65	3,33	16,643 = 3,328 %	490	"	1,045	15,27	15,768				
28.	10,105	500 " "	16,60	3,32		460	"	1,040	15,58					
29.	10,190	500 " "	16,60	3,32		380	"	1,047	15,27					
März 1.	10,160	500 " "	16,60	3,32		460	"	1,040	15,82		25,3946	4,96	1,2686	geformter und dünner Koth
3.	10,225	500 g Fleisch (vorher Knochen)	16,15	3,23		415	amphoter	1,037	15,40					
4.	10,205	500 "	16,15	3,23		370	"	1,039	14,66					
5.	10,245	500 "	16,35	3,27		430	"	1,040	16,87					
6.	10,185	500 "	16,35	3,27		430	"	1,038	15,67					
7.	10,160	500 "	16,35	3,27		370	"	1,044	15,30					
8.	10,115	500 "	16,10	3,22	16,27 = 3,254 %	410	schwach sauer	1,039	15,37	15,608	32,3995	4,715	1,5276	vor dem Wägen Koth mit Knochen
9.	10,160	500 "	16,10	3,22		340	"	1,041	16,60					
10.	10,115	500 "	16,10	3,22		420	sauer	1,038	15,23					
11.	10,055	500 "	16,45	3,29		445	"	1,040	15,87					
12.	10,110	500 "	16,45	3,29		420	"	1,044	15,53					
13.	10,085	500 "	16,45	3,29		345	"	1,043	15,19		24,4637	4,945	1,1087	Koth vor dem Wägen

Digitized by Google

Zweite Versuchsreihe mit kohlensaurem Kalk.

Die Untersuchung des Fleisches und Kothes wurde in derselben Weise wie in der ersten Versuchsreihe ausgeführt. Ausser diesen wurde noch der Harn mittels der Will-Varrentrapp'schen Methode täglich analysirt. Wie oben erwähnt, wurde der Harn in Hofmeister'sche Schälchen gebracht und in der bereits geschilderten Weise zur Verbrennung vorbereitet. Anfangs, vom 1. bis incl. 11. December, wurde die Tagesmenge des Harns mit destillirtem Wasser blos auf 500 ccm aufgefüllt und bei der Verbrennung 15 ccm Normalschwefelsäure vorgelegt. Da jedoch die Resultate mehr differirten als bei der in den Vorproben vorgenommenen Auffüllung auf 1000 ccm, so wurde weiter wieder der Harn auf 1 Liter aufgefüllt und bei der Verbrennung blos 10 ccm Normalschwefelsäure vorgelegt. Die einzelnen bei der Verbrennung gewonnenen Daten sind aus der Tabelle 4 ersichtlich.

Tabelle 4.

	Datum	1. Probe		2. Probe		Mittel
		Durch 5 ccm Harn wurden neutralisirt Ccm. Normalschwefelsäure	gibt Stickstoff	Ccm. Normalschwefelsäure	gibt Stickstoff	
Auffüllung der Tagesmenge auf 500 ccm, vorgelegt 15 ccm Normalschwefelsäure	December					
	1.	11,65	16,31	11,7	16,38	16,34
	2.	11,625	16,28	11,675	16,34	16,32
	3.	11,55	16,17	11,5	16,10	16,14
	4.	11,95	16,73	11,95	16,73	16,73
	5.	10,725	15,01	10,7	14,98	15,00
	6.	11,65	16,31	11,6	16,24	16,27
	7.	10,925	15,29	10,875	15,22	15,25
	8.	11,962	16,75	11,95	16,73	16,74
	9.	11,375	15,92	11,45	16,03	15,95
	10.	11,45	16,03	11,475	16,06	16,04
	11.	10,925 10,85	15,29 15,19	11,00 11,15	16,2 15,33	15,30
Auffüllung auf 1000 ccm, vorgelegt 10 ccm Normalschwefelsäure	12.	5,8	16,24	5,8	16,24	16,24
	13	5,7	15,96	5,7	15,96	15,96
	14.	5,625	15,75	5,6	15,68	15,72
	15.	5,875	16,45	5,85	16,38	16,40
	16.	5,225	14,63	5,225	14,63	14,63
	17.	6,125	17,15	6,125	17,15	17,15
	18.	5,725	16,03	5,725	16,03	16,03
	19.	5,975 6,00	16,73 16,80	5,95	16,66	16,73
	20.	5,85	16,38	5,825	16,31	16,33
	21.	5,9	16,52	5,875	16,59	16,54
	22.	5,8	16,24	5,775	16,17	16,20

Digitized by Google

b) Kothuntersuchung wie bei der Sodareihe.

Tabelle 5.

Koth von der	Trockengewicht des Kothes	Es wurden neutralisirt durch Gramm Trockenkoth	Ccm. Normal-schwefelsäure	ergaben Gramm Stickstoff	Procent Stickstoff	Procent im Mittel	In der Gesammtmenge des Kothes Gramm Stickstoff
Vor-periode	33,4485	1,5196 1,0716	6 4,25	0,084 0,0595	5,53 5,55	5,53	1,85
Kalk-periode	87,301	1,0206 1,0004	2,05 2,01	0,0287 0,0294	2,87 2,89	2,88	2,51
Nach-periode	46,1255	0,8190 1,2673	2,475 3,8	0,03465 0,05320	4,23 4,19	4,22	1,96

c) Fleischuntersuchung

wurde ebenfalls so ausgeführt wie bei der Sodareihe. Im Ganzen wurden 8 Fleischproben analysirt.

Tabelle 6.

Datum	Fleischgewicht frisch	Fleischgewicht trocken	Trockensubstanz in %	Durch Gramm Trockenfleisch	wurden neutralisirt Ccm. Normalschwefelsäure	Gramm Stickstoff im Trockenfleisch	Stickstoffgehalt Procent im trocknen Fleisch	Stickstoffgehalt Procent im frischen Fleisch	Mittel	Tagesmenge
December 1. 2.	61,3698	58,4760	25,26	0,63865 0,55315	6,05 5,25	0,08470 0,0735	13,35 13,29	3,35 3,36	3,353	16,765
3. 4. 5.	69,2774	66,5523	23,86	0,5170 0,5188 0,4208	5,00 5,05 4,075	0,0700 0,0707 0,05705	13,54 13,62 13,56	3,23 3,2514 3,2348	3,241	16,105
6. 7. 8.	62,1136	59,3191	25,93	0,4825 0,6432	4,225 5,55	0,05915 0,0777	12,05 12,08	3,12 3,13	3,125	15,64
9. 10. 11.	67,4100	64,7185	26,54	0,4502 0,6035	4,1 5,45	0,0574 0,0763	12,75 12,64	3,383 3,353	3,37	16,85
12. 13. 14.	65,7406	62,8023	25,66	0,6219 0,4997 0,5181	5,875 4,725 4,925	0,08225 0,06615 0,06895	13,226 13,37 13,31	3,395 3,43 3,42	3,40	17,00
15. 16. 17.	65,7610	62,8090	26,27	0,5625 0,4963	5,15 4,55	0,0721 0,0637	12,82 12,83	3,37	3,37	16,85
18. 19. 20.	41,6419	38,7233	25,96	0,5148 0,5815	4,925 5,55	0,06895 0,0777	13,39 13,36	3,48 3,47	3,47	17,35
21. 22.	40,1887	37,0636	26,54	0,5668 0,5772	5,05 5,15	0,0707 0,07245	12,47 12,55	3,31 3,33	3,32	16,60

Anschliessend die Tabelle 7, welche wie in der ersten Untersuchungsreihe alle während des Versuchsganges sich ergebenden Verhältnisse begründet.

Digitized by Google

Tabelle 7.

Datum	Körper-gewicht	Fütterung	Stickstoff-gehalt des Fleisches	Procent Stickstoff im Fleisch	Mittelzahl	Harn					Koth			Anmerkung
						Tages-menge	Reaction	spec. Gewicht	Stick-stoff-gehalt	Mittel-zahl	Trocken-gewicht	Stick-stoff in Procent	Stick-stoff in Gramm	
December 1.	9430	500 g Fleisch 150 g Wasser	16,765	3,353	16,095 = 3,219 %	445	schwach sauer	1,037	16,34	16,09				Koth mit Knochen
2.	9410	"	16,765	3,353		425	"	1,038	16,32					Koth vor dem Wägen
3.	9435	"	16,105	3,241		450	"	1,037	16,14		33,4485	5,53	1,85	
4.	9430	"	16,105	3,241		425	amphoter	1,037	16,73					
5.	9420	"	16,105	3,241		445	"	1,036	15,00					
6.	9450	"	15,64	3,128		455	"	1,033	16,27					
7.	9460	"	15,64	3,128		450	"	1,036	15,25					
8.	9390	" Abends Knochen	15,64	3,128		460	"	1,035	16,74					Koth vor dem Wägen
9.	9460	500 g Fleisch + 5 g Kalk	16,85	3,37	16,906 = 3,38 %	465	amphoter	1,034	15,95	15,88				Koth mit Knochen
10.	9430	"	16,85	3,37		470	"	1,033	16,04					
11.	9390	"	16,85	3,37		440	"	1,038	15,30					Knochenkoth vor dem Wägen
12.	9430	"	17,00	3,40		460	"	1,033	16,24		87,301	2,88	2,51	
13.	9430	"	17,00	3,40		450	alkalisch	1,036	15,96					weisser und schwarzer Koth vor dem Wägen
14.	9430	"	17,00	3,40		450	"	1,035	15,72					
15.	9390	500 g Fleisch + 10 g Kalk	16,85	3,37		420	"	1,034	16,36					
16.	9410	" Abends Knochen	16,85	3,37		450	"	1,035	14,63					weisser Koth vor dem Wägen
17.	9430	500 g Fleisch	16,85	3,37	17,01 = 3,40 %	365	amphoter	1,039	17,15	16,49				
18.	9420	"	17,35	3,47		445	"	1,040	16,03					Koth vor dem Wägen
19.	9440	"	17,35	3,47		420	"	1,038	16,73		46,1255	4,22	1,96	
20.	9390	"	17,35	3,47		450	"	1,037	16,33					schwarzer Koth vor dem Wägen
21.	9390	"	16,60	3,32		450	"	1,038	16,54					
22.	9410	"	16,60	3,32		440	"	1,038	16,20					dünner Koth

Digitized by Google

Einige Versuche über das Verhalten des Wassers in unseren Kleidern.

Von

Dr. Klas Linroth,
schwedischer Marinearzt.

(Aus dem hygienischen Institute in München.)

In einem Aufsatze „Ueber die Function der Kleider“ hat Pettenkofer[1]) vom naturwissenschaftlichen Standpunkte die grosse Bedeutung beleuchtet, welche die Kleider für den Wärmehaushalt des Körpers besitzen. Er richtet unter Anderem die Aufmerksamkeit auf deren Verhalten gegen Wasser, als einen der wichtigsten der Umstände, welche Veränderungen in ihren für die Gesundheit bedeutungsvollen Eigenschaften verursachen. Durch einige vorläufige Bestimmungen zeigt er, wie gross ungefähr der Wassergehalt der Kleider und die Veränderungen desselben unter verschiedenen äusseren Umständen sein können. Diese Versuche geben auch die Methoden an, deren sich weitere Untersuchungen bedienen könnten, um die einschlägigen Fragen näher zu erörtern. Von der genannten Arbeit ausgehend, habe ich im hygienischen Institute in München einige Versuche über diesen Gegenstand angestellt, deren Resultate hier mitgetheilt sein mögen.

Wasser kann in unseren Kleidern auf zweierlei Weise vorhanden sein, entweder nämlich hygroskopisch in der Substanz des Zeuges gebunden, oder hauptsächlich durch die Capillaritätskräfte aufgenommen und zwischen den einzelnen Fäden desselben festgehalten.

---

1) Ztschr. f. Biologie 1865 Bd. 1.

Digitized by Google

Im letzteren Falle spricht man nach Coulier, welcher diesen Unterschied zuerst betonte, von zwischengelagertem Wasser. Als Kennzeichen für die verschiedenen Arten der Befeuchtung wird angegeben, dass das zwischengelagerte Wasser aus dem Zeuge ausgepresst werden könne, und dass letzteres sich feucht anfühle, was nicht der Fall sei, wenn das Wasser hygroskopisch gebunden sei[1]). Indessen ist dieser Unterschied nicht stichhaltig. Auf der einen Seite kann wohl schwerlich alles zwischengelagerte Wasser durch Pressen entfernt werden, und auf der andern Seite können selbst Zeuge, welche hygroskopisch eine grosse Menge Wasser aus der Luft aufgenommen haben, deutlich feucht sein. Eine bestimmte Grenze zwischen den verschiedenen Arten, in welchen das Wasser in den Kleidern vorhanden ist, dürfte daher schwerlich zu ziehen sein. Hier möge das Wasser als hygroskopisch gebunden bezeichnet werden, wenn es dem Wasserdampfe der Luft entnommen ist, als zwischengelagert hingegen, wenn die Befeuchtung durch Wasser in flüssiger Form erzeugt ist.

Als Anfang habe ich die Einwirkung verschiedener äusserer Umstände auf die Substanzen — Zeuge u. s. w. —, aus welchen unsere Kleider verfertigt werden, zu analysiren versucht und dabei zuerst meine Aufmerksamkeit auf das hygroskopische Wasser gelenkt.

Die Versuchsanordnung war folgende: Das Zeugstück, oder was sonst untersucht werden sollte, wurde bei verschieden hoher Temperatur getrocknet, darauf in eine Büchse aus Messingblech von bekanntem Gewichte eingeschlossen und gewogen, dann während einer bestimmten Zeit in der Atmosphäre aufgehängt, deren Einfluss untersucht werden sollte, und schliesslich wieder in die Büchse eingeschlossen und abermals gewogen.

Die Austrocknung, welche natürlicherweise eine vollständige sein musste, um eine sichere Bestimmung der absorbirten Wassermenge zu ermöglichen, wurde in einem gewöhnlichen Trockenschranke vorgenommen. Es musste nun ermittelt werden, inwieweit ein Zeug auf diese Weise vom hygroskopischen Wasser befreit wurde.

1) Roth und Lex, Handbuch der Militärgesundheitspflege III, 55.

Digitized by Google

Einer der in dieser Richtung unternommenen Versuche sei hier mitgetheilt. Die gebrauchten Stoffe, Flanell als ein Repräsentant thierischer und Leinwand als einer für pflanzliche Faser, wurden vor jeder Wägung 1—2 Stunden lang im Trockenschranke den angeführten Temperaturen ausgesetzt.

Tabelle I.

Stoff	Gewicht in Gramm. bei gewöhnlicher Zimmerluft	Gewicht nach 1—2stündigem Trocknen im Trockenschranke bei						
		45° C.	65° C.	85° C.	100° C.	108° C.	120° C.	130° C.
Flanell	2,6218	2,6128	2,5205	2,4878	2,4778	2,4694	2,4558	—
Leinwand	3,3233	3,2495	3,2195	3,1985	3,1905	3,1795	—	3,1659

Aus diesen und anderen ähnlichen Versuchen geht freilich hervor, dass die untersuchten Zeuge noch bei einer Temperatur von über 100° C. an Gewicht verloren. Der Gewichtsverlust ist jedoch bei so hohen Temperaturgraden unbedeutend, so dass man, wenn auch zugegeben werden muss, dass noch etwas Wasser vorhanden ist, doch keinen grossen Fehler macht, wenn man ein Zeug als frei von hygroskopischem Wasser ansieht, welches während 1—2 Stunden einer Temperatur von 105—110° C. ausgesetzt gewesen ist. Schon nach einer halben Stunde ist bei dieser Temperatur so viel Wasser verdunstet als überhaupt verdunsten kann. In der Regel habe ich jedoch bei meinen Versuchen die Verdunstung 2 Stunden lang dauern lassen. Solchergestalt dürften mindestens alle Resultate Vergleiche zulassen.

Die Büchsen, in welchen die zu untersuchenden Substanzen eingeschlossen wurden, waren von cylindrischer Form, 10^{cm} hoch und 4^{cm} breit, mit wohlschliessenden Deckeln versehen. Da es eine für die Gültigkeit der Versuchsresultate nöthige Vorbedingung ist, dass die Deckel möglichst dicht schliessen und also weder eine Verdunstung noch eine Absorption von Wasser an dem eingeschlossenen Zeuge zulassen, so waren Versuche über die Verschlussdichte der Büchsen nöthig. Diese wurden theils so ausgeführt, dass Zeugstücke mit grossem Feuchtigkeitsgehalte in den Büchsen eingeschlossen und gewogen wurden, dann das Ganze in trockene Luft gelassen und

Digitized by Google

in bestimmten Zwischenräumen gewogen, theils auf die umgekehrte Weise, indem ausgetrocknete Zeugstücke in den Büchsen eingeschlossen und dann in feuchter Luft stehen gelassen wurden. Einige zufällig ausgewählte Beispiele mögen angeführt werden.

Ein Leinwandstück, ausgetrocknet 3,3479^g wiegend, hatte bei 8,5° C. und 95% relativer Feuchtigkeit in einem Keller 0,4606^g hygroskopisches Wasser aufgenommen. Es wog dann sammt Büchse 118,9557^g.
Nach 2 St. 45 Min., während welcher die Büchse bei 17,9° C. und 50% Feuchtigkeit im Laboratorium gestanden hatte, wog sie 118,9597^g.

Ein anderes ähnliches Stück, welches einer geringeren Feuchtigkeit ausgesetzt gewesen ist, wog mit Büchse . . . 118,7805^g,
nach 3 St. 10 Min. in feuchter Kellerluft . . . . . 118,7800^g.

Ein Stück Flanell von ungefähr 3^g Gewicht, welches mehr Feuchtigkeit aufgenommen hatte, als der Laboratoriumsluft entsprach, wog mit Büchse . . . . 117,5842^g,
nach einem Tage . . . . 117,5855^g,
nach zwei Tagen . . . . 117,5789^g.

Die kleinen Gewichtsveränderungen, welche vorkommen, gehen im Allgemeinen in der entgegengesetzten Richtung von dem, was man bei mangelnder Büchsendichte erwarten sollte. Worauf sie beruhen, lasse ich dahingestellt, und will nur bemerken, dass sie auf den Wassergehalt des Zeuges berechnet nie mehr als 1‰ von dessen Gewicht ausmachten. Für unsere Ziele können sie also als bedeutungslos angesehen werden. Dazu kommt, dass die Wägung bei den Versuchen stets unmittelbar nachdem das Zeug in die Büchse eingeschlossen war vorgenommen wurde. Dadurch ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Gewichtsveränderung zu Stande gekommen ist, wesentlich verringert.

Die benutzte Waage gibt noch einen deutlichen Ausschlag bei 0,2^{mg} Belastung. Alle Gewichtsangaben sind in Grammen.

Als Versuchsobjecte wandte ich ungefähr 150^{qcm} grosse Stücke von mittelfeiner Leinwand, Baumwollenstoff (Shirting), Flanell und Seide an.

Digitized by Google

Die verschiedenen Temperatur- und Feuchtigkeitsgrade wurden erhalten, indem so weit als möglich natürliche Verhältnisse benutzt wurden. So wurden die Zeugstücke einmal in einem geheizten, ein anderes Mal in einem ungeheizten Zimmer, weiter im Keller, auf dem Speicher und endlich in einem Thermometerhäuschen auf dem Hofe aufgehängt. Ein Theil der Beobachtungen bei hoher und sämmtliche bei ausnahmsweise niedriger Feuchtigkeit wurden unter Anwendung von Voit's kleinem Respirationsapparat ausgeführt, in welchem der Boden des Athmungsraumes im ersteren Falle mit angefeuchtetem Bimstein, im letzteren mit Chlorcalcium bedeckt wurde. In den auf diese Weise erhaltenen Feuchtigkeitsgraden wurden ferner Variationen durch Anwendung verschieden starker Ventilation erhalten.

Da besondere Versuche gezeigt hatten, dass etwa 15 Stunden in gewissen Fällen vergehen, bis alles das Wasser aufgenommen wird, welches ein Stoff hygroskopisch zu binden vermag, so wurden die Zeuge, um möglichst vergleichbare Resultate zu bekommen, der Einwirkung der Luft in der Regel mindestens 15, höchstens 20 Stunden ausgesetzt, nämlich gewöhnlich von Mittag des einen Tages bis zum Morgen des folgenden. Wo andere Verhältnisse stattfanden, ist dies besonders bemerkt. Während der Versuchsdauer hat freilich der Wärmegrad manchmal etwas geschwankt, und mit der Temperatur war auch die relative Feuchtigkeit Wechslungen unterworfen. Unter solchen Umständen habe ich immer die Temperatur und die Feuchtigkeit verzeichnet, welche gegen Ende der Versuchszeit herrschten. Die relative Feuchtigkeit wurde mit dem August'schen Psychrometer bestimmt; nur bei Temperaturen unter Null habe ich mich des Haarhygrometers bedient.

Die Bestimmungen über die Menge des hygroskopischen Wassers, welche die verschiedenen Stoffe unter verschiedenen äusseren Verhältnissen aufzunehmen vermögen, sind in folgender Tabelle unter genauer Angabe dieser letzteren zusammengestellt. Die angeführten Oertlichkeiten gehören zum hygienischen Institute in München.

Digitized by Google

Tabelle II.

Ort, an welchem die Versuchsstücke aufgehängt wurden	Temperatur in °C.	Relative Feuchtigkeit der Luft in %	Flanell			Seide			Leinwand			Shirting		
			Trockengewicht des Stückes	Gewicht des absorbirten Wassers	Hygroskopisches Wasser auf 1000 Theile des Gewichtes des Zeuges	Trockengewicht des Stückes	Gewicht des absorbirten Wassers	Hygroskopisches Wasser auf 1000 Theile des Gewichtes des Zeuges	Trockengewicht des Stückes	Gewicht des absorbirten Wassers	Hygroskopisches Wasser auf 1000 Theile des Gewichtes des Zeuges	Trockengewicht des Stückes	Gewicht des absorbirten Wassers	Hygroskopisches Wasser auf 1000 Theile des Gewichtes des Zeuges
Keller	+ 8,5	93	2,6377	0,5465	207	—	—	—	3,3255	0,4545	136	—	—	—
	+ 9,2	95	2,483	0,5409	218	1,095	0,179	163	3,354	0,4485	134	2,3425	0,3155	135
Laboratorium [1]	+ 20,7	54	—	—	—	—	—	—	3,3557	0,1505	45	—	—	—
	+ 18,5	55	2,7675	0,255	92	—	—	—	3,1935	0,156	49	—	—	—
Hörsaal (ungeheizt)	+ 7,8	83	2,753	0,4665	169	1,227	0,177	144	3,121	0,2985	96	2,1285	0,2105	99
Badezimmer [2]	+ 22,2	64	2,757	0,3225	117	1,2225	0,1262	103	3,1275	0,199	64	2,129	0,1365	64
Keller	+ 7,8	98	2,757	0,622	225	1,2225	0,2358	193	3,1275	0,4445	142	2,129	0,3298	155
Speicher	— 2	73	2,7575	0,4358	158	1,2160	0,1688	139	3,118	0,2805	90	2,1257	0,19	89
Laboratorium	+ 15,2	47	2,7575	0,1794	65	1,2160	0,0637	52	3,118	0,1315	42	2,1257	0,0777	36
Hof (im Nebel)	— 0,9		2,7575	0,7531	273	1,216	0,33	271	3,118	0,6422	206	2,1257	0,508	239
Waagenzimmer	+ 12,2	54	3,3907	0,306	90	1,1165	0,07	63	3,2555	0,1564	48	2,3643	0,1148	49
Speicher	— 5,2	64	3,4037	0,3913	115	1,1105	0,095	86	3,2075	0,195	61	2,3477	0,1418	60
Laboratorium	+ 19	43	3,4037	0,2403	71	1,1105	0,059	53	3,2075	0,120	37	2,3477	0,088	37
Keller	+ 5,7	94	3,4034	0,7265	213	1,0988	0,1985	181	3,1978	0,4212	132	2,345	0,3217	137
Respirationsapparat	+ 13,8	85	3,4034	0,561	165	1,0988	0,149	136	3,1978	0,3135	98	2,345	0,2288	98
	+ 15,4	58	2,7594	0,2551	92	1,2138	0,0975	80	3,1296	0,1654	53	2,1295	0,1173	55
	+ 15,5	97	2,7609	0,6001	217	1,2195	0,216	177	3,1363	0,4202	134	2,1318	0,329	154
	+ 12,4	64	3,4034	0,3526	104	1,0988	0,0987	90	3,1978	0,1877	59	2,345	0,1346	57
	+ 15,1	27	2,75	0,1004	36	1,2075	0,0365	30	3,3653	0,071	21	2,1222	0,0426	20
	+ 15,7	30	2,75	0,1318	48	1,2075	0,048	40	3,3653	0,0968	28	2,1222	0,0538	25
	+ 12,2	36	2,75	0,1485	54	1,2075	0,05	41	3,3605	0,1015	30	2,1222	0,0623	29
	+ 18,9	98	2,75	0,647	235	1,2075	0,197	163	3,3045	0,441	133	2,1232	0,2716	128

1) Der Versuch dauerte nur 2 Stunden. — 2) Der Versuch dauerte 6—7 Stunden.

Digitized by Google

Zur Erleichterung der Uebersicht habe ich das Wesentlichste dieser Tabelle in eine einfachere, nach der relativen Feuchtigkeit geordnete zusammengeführt.

Tabelle III.

Nummer	Temperatur in °C.	Relative Feuchtigkeit der Luft in %	Hygroskopisches Wasser auf 1000 Gewichtstheile			
			Flanell	Seide	Leinwand	Shirting
1	+ 15,1	27	36	30	21	20
2	+ 15,7	30	48	40	28	25
3	+ 12,2	36	54	41	30	29
4	+ 19	43	71	53	37	37
5	+ 15,2	47	65	52	42	36
6	+ 20,7	54	—	—	45	—
7	+ 12,2	54	90	63	48	49
8	+ 18,5	55	92	—	49	—
9	+ 15,4	58	92	80	53	55
10	+ 12,4	64	104	90	59	57
11	— 5,2	64	115	86	61	60
12	+ 22,2	64	117	103	64	64
13	— 2	73	158	139	90	89
14	+ 7,8	83	169	144	96	99
15	+ 13,8	85	165	136	98	98
16	+ 8,5	93	207	—	136	—
17	+ 5,7	94	213	181	132	137
18	+ 9,2	95	218	163	134	135
19	+ 15,5	97	217	177	134	154
20	+ 7,8	98	225	193	142	155
21	+ 18,9	98	235	163	133	128
22	— 0,9	Nebel	273	271	206	239

Hieraus geht vor allem mit wünschenswerther Deutlichkeit hervor, dass die Menge des hygroskopischen Wassers, welches die untersuchten Stoffe aufnehmen können, von der relativen Feuchtigkeit der Luft abhängig ist und zu derselben in directem Verhältnisse steht. Die Zeuge sind in ungleichem Maasse hygroskopisch, aber bei allen nimmt die aus der Luft condensirte Wassermenge constant mit der wachsenden Feuchtigkeit der Atmosphäre zu. Die Unebenheiten, welche sich hie und da in der Tabelle zeigen, sind nicht grösser, als sie sich leicht durch den nicht zu vermeidenden Wechsel der Luftfeuchtigkeit während der Versuchszeit erklären lassen. Irgend welche deutlich

Digitized by Google

ausgesprochene Proportionalität zwischen dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft und dem der Zeuge scheint sich jedoch nicht zu finden.

Es wird allgemein angenommen, dass die Temperatur einen Einfluss auf die Hygroskopicität ausübt, und zwar in der Richtung, dass eine niedere Temperatur diese Eigenschaft vergrössert, und umgekehrt. Sehen wir nach, was die Versuche hierüber lehren, und betrachten wir zu diesem Zwecke diejenigen Beobachtungen, welche bei demselben Feuchtigkeitsgrade aber bei verschiedener Temperatur gemacht wurden. Ein besonders deutliches Beispiel liefern die Nummern 10—12 aus Tab. III. Die Feuchtigkeit beträgt in allen dreien 64 %, der Wärmegrad hingegen resp. — 5,2° C., + 12,4° C. und + 22,2° C., was einen Unterschied von nicht weniger als 27,4° C. repräsentirt. Und doch zeigen die aufgenommenen Wassermengen eine nicht missdeutbare Uebereinstimmung. Dass die beobachteten Unterschiede nur auf Rechnung der Unvollkommenheit der Untersuchungsmethode zu setzen sind, dafür scheint zu sprechen, dass die Verschiedenheit zwischen dem Wassergehalte der beiden höheren Temperaturen grösser ist als zwischen den beiden extremen. Vergleicht man ferner Nr. 6 und 8, 14 und 15, 17 und 18 sowie 20 und 21, so kann man kaum irgend welchen Zweifel darüber hegen, dass der Wärmegrad ohne directen Einfluss auf die Hygroskopicität der untersuchten Substanzen ist. Dass man bisher einer andern Ansicht gehuldigt hat, hat wohl seinen Grund darin, dass bei den einzigen Versuchen über diesen Gegenstand, die man seiner Darstellung zu Grunde legen konnte, nämlich die bereits erwähnten von Pettenkofer, nur die Temperatur im Versuchszimmer, nicht aber die Feuchtigkeit der Luft berücksichtigte. Und gewöhnlich fällt ja eine hohe relative Feuchtigkeit mit einem niederen Wärmegrad zusammen, und umgekehrt.

Eine besondere Aufmerksamkeit verdient das Wasserabsorptionsvermögen der Zeuge bei nebeliger Luft. Die Erfahrung der praktischen Aerzte spricht hierfür, und es ist eine weit verbreitete Vorstellung, dass ein längerer Aufenthalt in solcher Luft der Gesundheit gefährlich ist. Ja, schon in feuchter und kalter Luft, wenn es „nasskalt" ist, friert man, wie Jedermann erfahren hat, viel

Digitized by Google

leichter als in kalter und trockener Luft. Es liegt nahe anzunehmen, dass die angedeuteten Umstände mit dem vergleichsweise hohen Wassergehalt in den Kleidern, welchen solche Witterung bedingt, zusammenhängen. Ein Blick auf Tab. III zeigt nämlich, dass die untersuchten Zeugsorten bei Aufenthalt im Nebel ungefähr 200 ‰ und in mit Wassergas nahezu gesättigter Luft, ohne Nebel, nur 100—130 ‰ mehr Wasser aufnehmen als in einer Atmosphäre von gewöhnlicher mittlerer Feuchtigkeit (z. B. 54 %).

Es schien mir wahrscheinlich, dass Luftbewegung, also Wind, das Absorptionsvermögen durch erleichterte Verdunstung vermindern würde. Betreffs des hygroskopisch gebundenen Wassers sprechen jedoch hiergegen die Versuche. Von drei gleich grossen Flanellstücken wurde eines 2 Stunden lang in einem Ventilationskanal eines Digestoriums im Laboratorium aufgehängt, wo die Luft mit einer Schnelligkeit von 2—3^{m} in der Secunde blies; ein anderes in dem Digestorium unweit der Ventilationsöffnung, und das dritte mitten im Laboratorium, wo die Temperatur 22° C. und die relative Feuchtigkeit 43 % war. Das Resultat geht hervor aus

Tabelle IV.

	Gewicht des Flanellstückes in Gramm	Hygroskopisches Wasser	
		Gewicht	‰
Starke Ventilation	2,4774	0,1311	53
Schwache Ventilation . . .	2,4331	0,1284	53
Keine Ventilation	2,4067	0,1323	55

Also kein nennenswerther Unterschied. — Bei einem anderen Versuche wurden zwei Flanellstücke im Hofe aufgehängt, das eine vollkommen frei, das andere in einem Thermometerhäuschen, wo die Luftbewegung, obwohl stark, doch geringer als im Freien war. — Schliesslich bei ein paar anderen Versuchen mit Flanell und Shirting bei Nebel und schwachem Winde war die Anordnung dieselbe. Bei diesen Versuchen im Freien ergab sich, wie aus Tab. V hervorgeht, der unerwartete Umstand, dass der Wassergehalt etwas grösser war, wenn die Zeuge dem Winde ausgesetzt wurden, als wenn sie irgendwie geschützt wurden.

Digitized by Google

Die Ursache muss dahingestellt sein. Die Beobachtung wollte ich jedoch mittheilen.

Tabelle V.

	Gewicht der Zeuge	Hygroskopisches Wasser	
		Gewicht	‰
a) Starker Wind, T. + 5,4°, Feuchtigkeit 72 %, (Flanell):			
im Freien	2,736	0,333	122
im Thermometerhäuschen	3,413	0,379	111
b) Schwacher Wind, T. — 0,9°, Nebel, (Flanell):			
im Freien	2,405	0,5985	249
im Thermometerhäuschen	2,4635	0,604	245
c) Schwacher Wind, T. — 0,9°, Nebel, (Baumwolle):			
im Freien	2,339	0,4488	192
im Thermometerhäuschen	2,4985	0,459	184

Werden weiter die verschiedenen Zeugsorten verglichen, so zeigt sich, dass sie eine sehr ungleiche Hygroskopicität besitzen. Am meisten Wasser wird von Flanell aufgenommen, dann kommen der Reihe nach Seide, Baumwollenstoff und Leinwand, welche beiden letztgenannten immer einander sehr nahe stehen. — Uebrigens zeigt sich in Tab. III eine gewisse Regelmässigkeit, welche sich dahin aussprechen lässt, dass das Verhältniss zwischen dem hygroskopischen Vermögen der vier untersuchten Zeuge bei verschiedenen Feuchtigkeitsgraden nahezu constant ist. So verhält sich z. B. das in der Leinwand hygroskopisch gebundene Wasser bei 58 % Feuchtigkeit zu dem der Seide wie das der Leinwand bei 83 % zu dem der Seide bei derselben Feuchtigkeit, nämlich 53 : 80 = 96 : (144,9) 144. Da die vorliegenden Versuchsresultate nicht mehr als einen relativen Werth haben können, so wird man vergeblich nach einer vollkommenen Uebereinstimmung zwischen den gefundenen Zahlen suchen, und das angeführte Beispiel ist zudem aus den schönsten Uebereinstimmungen der ganzen Tabelle gewählt. In der That wechseln die Zahlen so, dass, wenn Leinwand mit 1 bezeichnet wird, die entsprechenden Zahlen für Flanell zwischen 1,6—1,8, für Baumwolle zwischen 0,9—1,16, sowie für Seide zwischen 1,4—1,6 schwanken.

Digitized by Google

Es möge jedoch in Erinnerung gebracht werden, dass bei den betreffenden Versuchen die Zeuge mit hygroskopischem Wasser vollkommen gesättigt waren. Ganz andere Zahlen werden erhalten, wenn der Vergleich bei unvollständiger Sättigung angestellt wird. Dann kommt auch die Schnelligkeit in Betracht, mit welcher das Wasser von den verschiedenen Zeugarten aus der Luft aufgenommen wird.

Die Gesetzmässigkeit, die ich also glaube gefunden zu haben, hat eine gewisse Bedeutung, indem sie zu dem folgenden Vergleiche zwischen einer grösseren Zahl Substanzen zu berechtigen scheint, aus welchen unsere Kleider und Bettzeuge verfertigt werden, obgleich ich nicht Gelegenheit fand, dieselben so vielseitigen Prüfungen wie die vier oftgenannten Wolle, Seide, Baumwolle und Leinwand zu unterwerfen, sondern nur für eine jede einige wenige Bestimmungen ausgeführt habe. Dieselben wurden alle in einem Keller vorgenommen, wo die Feuchtigkeit zu der Zeit, während welcher ich mit dieser Arbeit beschäftigt war, sich ziemlich constant auf etwa 94 % hielt, und wo die Temperatur nur zwischen 3—8° C. schwankte. Die Beschaffenheit der Localität macht alle Beobachtungen vergleichbar, aber in einer solchen Atmosphäre halten wir uns ja nur ausnahmsweise auf, und die Versuche hätten also einen geringeren praktischen Werth, wenn nicht das erwähnte constante Verhältniss stattfände. Wenn man nämlich die Existenz eines solchen zwischen der Hygroskopicität bei allen Feuchtigkeitsgraden bei den vier genauer untersuchten Substanzen zugibt, so liegt es nahe, eine entsprechende Constanz auch für andere Stoffe anzunehmen, und der Vergleich wird dann von grösserem Werth. In der folgenden Tabelle ist nun der Werth des hygroskopischen Vermögens der darin angeführten Substanzen berechnet, das der Leinwand gleich 1 gesetzt. Mit Zuhilfenahme von diesem kann man dann durch Vergleich mit den Zahlen für Leinwand in Tab. III ungefähr die Menge des hygroskopischen Wassers für folgende Stoffe und verschiedene Feuchtigkeitsgrade berechnen. (Tab. VI.)

Es sind also bemerkenswerth grosse Mengen Wasser, welche aus feuchter Luft von den Kleidungsstoffen aufgenommen werden können. Am wenigsten sind die pflanzlichen Stoffe hygroskopisch,

Digitized by Google

Tabelle VI.

Vergleich zwischen dem hygroskopischen Vermögen verschiedener Kleidungsstoffe bei ungfähr 94% relativer Luftfeuchtigkeit.

Benennung	Gewicht nach dem Austrocknen bei 105—110° C.	Hygroskopisches Wasser: Gewicht	Hygroskopisches Wasser: auf 1000 Theile des trockenen Zeuges	Leinwand = 1	Benennung	Gewicht nach dem Austrocknen bei 105—110° C.	Hygroskopisches Wasser: Gewicht	Hygroskopisches Wasser: auf 1000 Theile des trockenen Zeuges	Leinwand = 1
Leinwand (mittelfein) .	3,1978	0,4212	132	1	Geleimte Watte	2,2245	0,374	169	1,28
Baumwollenstoff (Shirting)	2,345	0,3217	137	1,04	Glacéhandschuhe . . .	6,974	2,6225	387	2,93
Seide (dünn) .	1,0988	0,1985	181	1,37	Schaffell (weissgegerbt)	6,7308	3,341	496	3,76
Flanell	3,4034	0,7265	213	1,61	Kalbleder . .	13,6555	2,796	205	1,55
Tuch	3,3479	0,577	209	1,59	Rindsleder . .	20,146	4,020	200	1,51
Halbwolle . .	25,4957	4,8035	188	1,42	Pferdeleder .	12,1205	1,949	161	1,22
sog. Zephyrgarn	10,0495	1,7861	177	1,34	Sämisches Leder	3,0425	1,26	414	3,13
Leinwand (fein)	35,1385	5,2063	148	1,12	Eiderdunen .	2,4413	0,527	216	1,64
Reine Baumwolle	4,0816	0,5216	128	0,97	Rosshaar . . .	4,4808	0,8537	190	1,44

also Leinwand und Baumwolle, dann kommt Pferdeleder, Seide, Rosshaar, Rindsleder, Wolle und schliesslich Schafleder, welches beinahe zur Hälfte seines Gewichtes Wasser aus der Luft aufzunehmen vermag. Substanzen, die zu einem Theile aus thierischen, zum andern aus pflanzlichen Bestandtheilen zusammengesetzt sind, haben eine dementsprechende Mittelhygroskopicität. So Halbwolle[1]) (halb Baumwolle) und geleimte Watte[2]). Der grosse Unterschied zwischen

1) Die Menge des hygroskopisch gebundenen Wassers kann als diagnostisches Hilfsmittel bei der Entscheidung dienen, ob ein Stoff ausschliesslich aus Wolle oder zum Theil aus Baumwolle besteht. Ich prüfte z. B. einen Strumpf, den ich als ganzwollen gekauft hatte und für echt hielt; allein ich fand ein so bemerkenswerth niederes hygroskopisches Vermögen, dass ich mich veranlasst sah, eine mikroskopische Untersuchung vorzunehmen. Dieselbe zeigte in der That, dass der Strumpf zu einem nicht unbeträchtlichen Theile aus Baumwolle bestand. — Vom rein commerciellen Standpunkte verdient auch der Wechsel im Gehalt an hygroskopischem Wasser Beachtung. Es liegt auf der Hand, dass Wolle, Garn u. s. w., welche nach Gewicht verkauft werden, bei feuchtem Wetter beträchtlich mehr als bei trockenem wiegen.

2) Aus dieser Beobachtung darf geschlossen werden, dass ungeleimte Watte in Kleidern dieselben wärmer macht als geleimte; vgl. weiter unten.

Digitized by Google

der letzten und reiner Baumwolle zeigt deutlich, dass die Watte ihr grosses hygroskopisches Vermögen von dem Leime erhält.

Endlich findet sich oft in den Handbüchern eine nach Stark citirte Angabe, dass die Farbe des Zeuges von Einfluss auf die Menge des absorbirten Wassers sei. Stark's[1]) Arbeit war mir nicht zugänglich. Die Angabe wird von Lévy[2]) so wiedergegeben, dass 30^{gran} schwarze Wolle, der Einwirkung der Luft im Monat Januar bei einer Temperatur von etwas unter Null ausgesetzt, 32^{gran} Feuchtigkeit, also mehr als ihr eigenes Gewicht aufgenommen haben sollen, während dieselbe Menge scharlachrother Wolle 25 und weisser Wolle 20^{gran} absorbirte. Bei Roth und Lex[3]) wird dasselbe angeführt, aber mit dem Unterschied, dass die trockene Wollprobe nur 10^{gran} gewogen haben soll, woneben die Feuchtigkeit als Reif bezeichnet wird. Sei dem wie ihm wolle, es ist in Betracht der grossen Feuchtigkeitsmenge deutlich, dass hier nicht hygroskopisches Wasser in Frage kommt. Bezieht sich die Angabe auf zwischengelagertes Wasser, so ist sie, wie aus dem Folgenden zu ersehen ist, ohne eigentlichen Werth, und wie viel Reif sich auf eine Fläche niederschlägt, gehört wohl kaum hierher. Stark's Beobachtung scheint daher nicht auf die vorliegende Frage zu passen. — Bei meinen Untersuchungen habe ich weisse Proben von Leinwand, Baumwollenstoff und Flanell benutzt, aber schwarze Seide. Einige vergleichende Bestimmungen zwischen weissem Flanell und schwarzem Tuch gaben vollkommen übereinstimmende Werthe für das Absorptionsvermögen für hygroskopisches Wasser, was dagegen spricht, dass die Farbe des Zeuges irgend welchen erwähnenswerthen Einfluss auf jene Eigenschaft ausübt. Weitere Versuche verdienen jedoch gemacht zu werden.

Meine nächste Aufgabe war zu ermitteln, wie sich der Wassergehalt in den Zeugen ändert, mit welcher Schnelligkeit die Absorption und Verdunstung vor sich gehen. Zu diesem Behufe wandte ich dieselben vier Stoffe an, welche zur Ermittelung der Abhängigkeit der Hygroskopicität von dem Feuchtigkeitsgrade

1) in Philosoph. Transactions of Roy. Soc. of London 1853.

2) Traité d'hygiène publ. et privée (Paris 1857) T. 2 p. 219.

3) Handbuch d. Militärgesundheitspflege III, 53.

Digitized by Google

dienten. Von grösstem Interesse war zu sehen, wie rasch sich der Wassergehalt in feuchter Luft vermehrte. Anfangs habe ich auch bei diesen Versuchen ausgetrocknete Zeugstücke angewandt. Uebrigens will ich nur erwähnen, dass ich für jedes Zeug drei parallele Versuchsreihen angestellt habe. Dieselben ergaben eine fast vollkommene Uebereinstimmung, weswegen es ausreichend ist, eine Serie für jedes Zeug anzuführen. Sie sind zusammengestellt in

Tabelle VII

die Absorptionsschnelligkeit für hygroskopisches Wasser in feuchter Luft (95 %) zeigend.

Zeit, während welcher die Zeugstücke der feuchten Luft ausgesetzt waren	Flanell 2,483 g			Seide 1,095 g			Leinwand 3,327 g			Shirting 2,3425 g		
	Hygroskopisches Wasser											
	Gewicht	auf 1000 Theile des Zeuges	Zunahme in %	Gewicht	auf 1000 Theile des Zeuges	Zunahme in %	Gewicht	auf 1000 Theile des Zeuges	Zunahme in %	Gewicht	auf 1000 Theile des Zeuges	Zunahme in %
während 10 Min.	0,1885	76	35	0,0905	82	50	0,1045	31	23	0,1292	55	41
während weiterer 10 Min.	0,2850	114	17	0,1245	113	20	0,1680	50	13	0,1795	77	16
„ „ 10 „	0,3395	137	11	0,1400	128	9	0,2105	63	10	0,2016	86	7
„ „ 10 „	0,3735	150	6	0,1480	135	4	0,2440	73	8	0,2155	92	4
„ „ 10 „	0,3910	159	4	0,1530	140	3	0,2625	78	4	0,2247	96	3
„ „ 10 „	0,4140	167	4	0,1550	140	—	0,2820	84	4	0,2295	98	2
„ „ 10 „	0,4260	171	2	0,1606	147	4	0,2955	88	3	0,2345	100	1
„ „ 10 „	0,4350	175	2	0,1622	148	1	0,3035	91	2	0,2393	102	2
„ „ 10 „	0,4420	178	2	0,1650	151	2	0,3035	91	—	0,2408	103	1
„ „ 10 „	0,4470	180	1	0,1652	151	—	0,3150	94	2	0,2445	104	1
„ „ 10 „	0,4523	182	1	0,1652	151	—	0,3215	96	2	0,2445	104	—
„ „ 10 „	0,4564	184	1	0,1655	151	—	0,3298	99	2	0,2465	105	1
„ „ 30 „	0,4753	191	2	0,1658	151	—	0,3440	103	4	0,2509	107	1
„ „ 30 „	0,4860	196	2	0,1662	152	1	0,3568	107	3	0,2515	107	—
„ „ 30 „	0,4940	198	2	0,1670	153	1	0,3677	110	2	0,2535	108	1
„ „ 30 „	0,5035	203	1	0,1680	153	—	0,3765	113	2	0,2600	111	2
„ „ 30 „	0,5106	206	1	0,1673	153	—	0,3817	115	1	0,2625	112	—
„ „ 30 „	0,5165	208	1	0,1690	154	—	0,3865	116	1	0,2653	113	1
während 1 Stde.	0,5220	210	1	0,1700	155	—	0,4020	121	3	0,2670	114	1
„ 1 „	0,5250	211	1	0,1680	153	—	0,4056	121	1	0,2710	116	1
	Maximum des hygroskopischen Wassers wurde erreicht nach weiteren											
	6 Stunden			6 Stunden			8 Stunden			9 Stunden		
	0,5409	218	$\frac{3}{100}$	0,1790	163	$\frac{5}{100}$	0,4460	134	$\frac{10}{100}$	0,3155	135	$\frac{14}{100}$

Digitized by Google

Hieraus ergibt sich, dass die verschiedenen Zeuge auch in dieser Beziehung sich verschieden verhalten; aber für sie alle ist gemeinsam, dass die Absorption von Wasser unmittelbar nachdem sie dem Einflusse der feuchten Luft ausgesetzt waren, ganz ausserordentlich rasch geschieht: 22—50% der ganzen Wassermenge, welche sie aufzunehmen vermögen, condensiren sie aus der Luft schon in den ersten 10 Minuten; nach einer halben Stunde sind schon 62—68% absorbirt. Inzwischen nimmt die Schleunigkeit, mit welcher die Zunahme geschieht, beständig ab, so dass dieselbe nach Verlauf von 2 1/2 Stunden äusserst langsam vorwärts schreitet. Die Sättigungspunkte wurden erst nach 13—16 Stunden erreicht. Bei Nebel war das Verhalten entsprechend. Beispielsweise möge angeführt werden, dass ein Flanellstück in 5 Stunden 249 ‰ seines Gewichtes Wasser und nach 20 Stunden 274 ‰ absorbirt hatte. Ein Shirtingstück zeigte unter denselben Bedingungen einen Wassergehalt von resp. 192 und 221 ‰.

Unter natürlichen Verhältnissen enthalten unsere Kleider schon einen Theil Feuchtigkeit, wenn wir aus trockener in feuchte Luft gehen. Um zu sehen, in welchem Maasse dieses Wasser auf die Absorptionsschnelligkeit einwirken kann, wurde ein Versuch unternommen, wobei sich die Zeuge schon in gewöhnlicher Zimmeratmosphäre mit Wasserdampf gesättigt hatten. Den Versuch im Detail mitzutheilen scheint nicht nöthig zu sein. Der Ausgang lehrte, dass das bereits im Zeuge vorhandene Wasser keinen anderen Einfluss auf die Absorption ausübte, als dass beim Schluss der ersten 10 Minuten der Wassergehalt etwas grösser war als bei Versuchen mit ausgetrockneten Zeugstücken. Der Unterschied glich sich rasch aus, so dass der aus Tab. VII hervorgehende Verlauf auch unter gewöhnlichen Bedingungen als gültig angesehen werden kann.

Weiter wurden Versuche bei trockener Luft (18° C. und 45% rel. Feuchtigkeit) gemacht. (Tab. VIII.)

Unter solchen Umständen zeigte sich also, dass die Schnelligkeit vergleichsweise grösser ist. Zwischen 60 und 70% des zur Sättigung erforderlichen Wassers wurden bereits in den ersten 10 Minuten aufgenommen, und nach 2 Stunden war der Sättigungspunkt erreicht.

Es musste hiernach von Interesse sein kennen zu lernen, wie schnell die Absorption in auf einmal warmer und feuchter Luft

Digitized by Google

Tabelle VIII.

Zeit, während welcher die Zeugstücke der Luft ausgesetzt waren	Flanell 2,4225 g			Leinwand 3,33 g		
	Hygroskopisches Wasser					
	Gewicht	auf 1000 Gewichtstheile des Zeuges	Zunahme in %	Gewicht	auf 1000 Gewichtstheile des Zeuges	Zunahme in %
während 10 Minuten	0,1156	48	66	0,0945	28	61
während weiterer 10 Minuten . .	0,1408	58	14	0,1290	36	17
„ „ 10 „ . .	0,1483	61	4	0,1370	40	9
„ „ 10 „ . .	0,1564	65	5	0,1420	42	4
„ „ 10 „ . .	0,1658	68	4	0,1445	43	2
„ „ 10 „ . .	0,1693	70	2	0,1455	43	1
„ „ 30 „ . .	0,1760	73	4	0,1505	45	4
„ „ 30 „ . .	0,1780	73	1	0,1537	46	2
„ „ 30 „ . .	0,1740	—	—	0,1537	—	—
			100			100

vor sich geht, um zu erfahren, ob es die Temperatur oder der Feuchtigkeitsgrad ist, der die Ungleichheit bedingt. Zu diesem Zwecke musste ich den Respirationsapparat anwenden. In Anbetracht des schnellen Wechsels, welchen der Feuchtigkeitsgrad in dem verhältnissmässig kleinen Athmungsraume durch jede Oeffnung des Schiebdeckels erlitt, konnten die Beobachtungen bei diesem Versuche nicht in so kurzen Zwischenräumen als 10 Minuten ausgeführt werden, sondern ich musste mich beschränken, Observationen alle halbe Stunden anzustellen. Das Resultat zeigte eine sehr gute Uebereinstimmung mit dem Verlaufe der Tab. VII, also bei kalter und feuchter Luft. Nach letzteren nahmen während der ersten halben Stunde, Flanell 63, Seide 79, Leinwand 46 und Baumwolle 64% von ihrem hygroskopischen Wasser auf. Bei dem in Rede stehenden Versuche wurden bzw. 63,81, (71) und 72% absorbirt, woneben die Sättigung erst nach ungefähr 15 Stunden erreicht wurde. Nur für Leinwand war eine Ungleichheit vorhanden, welche in Betracht der sonstigen Uebereinstimmung als auf irgend welcher Zufälligkeit beruhend angesehen werden dürfte; möglicherweise war das Leinwandstück in Berührung mit der mit Wasser in Tropfenform reichlich besetzten Glaswand des Respirationsapparats gekommen und hatte so einen Ueberschuss von Feuchtigkeit erhalten.

Digitized by Google

Es beruht also auch die Absorptionsschnelligkeit für hygroskopisches Wasser auf der relativen Luftfeuchtigkeit, indem sie nämlich vergleichsweise um so grösser ist, je geringer die Feuchtigkeit ist und je weniger Wasser also vom Zeuge aufgenommen werden kann. Dahingegen ist der absolute Wassergehalt bei allen Momenten der Absorptionszeit bedeutend höher in feuchter als in trockener Luft.

Die über die Verdunstungsschnelligkeit des hygroskopischen Wassers beim Kommen aus feuchter in trockene Luft gemachten Versuche sind zusammengesetzt in

Tabelle IX.

Zeit	Flanell 2,7575g			Seide 1,216g			Leinwand 3,118g			Baumwollenstoff 2,1257g		
	Hygroskopisches Wasser											
	Gewicht	auf 1000 Gewichtstheile des Zeuges	% der Gesammtverdunstung	Gewicht	auf 1000 Gewichtstheile des Zeuges	% der Gesammtverdunstung	Gewicht	auf 1000 Gewichtstheile des Zeuges	% der Gesammtverdunstung	Gewicht	auf 1000 Gewichtstheile des Zeuges	% der Gesammtverdunstung
beim Beginn des Versuches	0,7531	273	—	0,3300	271	—	0,6422	206	—	0,5080	239	—
nach 10 Min.	0,5610	203	38	0,1655	136	71	0,4122	132	47	0,2863	135	54
„ 10 „	0,4325	157	25	0,1395	115	11	0,2675	86	29	0,1670	79	29
„ 10 „	0,3798	138	11	0,1335	110	3	0,2180	70	10	0,1395	66	7
„ 10 „	0,3490	127	6	0,1308	108	1	0,2020	65	3	0,1314	62	2
„ 10 „[1]	0,3125	113	8	0,1195	99	5	0,1723	55	6	0,1128	54	4
„ 10 „	0,2961	107	3	0,1170	96	2	0,1640	53	1	0,1082	51	2
„ 30 „	0,2762	100	4	0,1158	95	1	0,1565	50	2	0,1056	50	—
„ 30 „	0,2688	97	2	0,1135	93	1	0,1545	50	—	0,1035	49	1
„ 30 „	0,2629	95	1	0,1015	83	5	0,1528	49	1	0,1025	48	—
„ 30 „	0,2530	91	2	0,1015	83	—	0,1475	47	1	0,0975	46	1
„ 30 „[2]	0,2530	91	—	0,1095	—	—	0,1480	—	—	0,0990	—	—
			100			100			100			100

Ebenso wie die Absorption geht also die Verdunstung mit grosser Schnelligkeit so lange vor sich, bis der Wassergehalt des

1) Die Temperatur war zwischen dieser und voriger Beobachtung im Versuchsraume um 1,3° C. gestiegen.

2) Die Temperatur fiel nun, so dass Absorption an Stelle der Verdunstung einzutreten begann.

Digitized by Google

Zeuges sich dem für die äusseren Verhältnisse normalen nähert. Der unbedingt grösste Theil der Verdunstung, 38—71% für die verschiedenen Zeuge, fällt in die ersten 10 Minuten. Nach 2½ Stunden war sie für die Seide geschlossen, eine halbe Stunde später für die anderen Stoffe. Im Ganzen war also der Verlauf der Austrocknung am schnellsten bei Seide, dann kommt Baumwolle, Leinwand und schliesslich Wolle, bei welcher die Verdunstung mehr langsam und in einer weniger steilen Curve verläuft.

Bisher hat es sich nur um solches Wasser gehandelt, welches die Kleider aus dem Wasserdampf der Luft aufnehmen. Im Folgenden will ich einige Versuche über das sog. zwischengelagerte Wasser mittheilen. Betreffs der Menge solchen Wassers für verschiedene Stoffe sind Untersuchungen für technische Zwecke oftmals ausgeführt worden, nämlich in und für den Betrieb von Trockenanstalten. Begreiflicherweise unterscheiden sich die Resultate recht sehr von einander, entsprechend der Kraft, welche zum Entfernen des Wassers angewendet wurde, welches überhaupt in Tropfenform zu entfernen ist. Grothe[1]) gibt z. B. den Wassergehalt an für:

	Wolle	Seide	Leinwand	Baumwolle
nach Ausringen	1,40	0,96	0,99	0,76
nach Pressen	1,10	0,50	0,71	0,45
nach Centrifugalpressung .	0,44	0,39	0,36	0,24

alles auf Gewichtseinheiten des Zeuges berechnet. Pettenkofer fand in einem Versuche, wobei bloss die Hand zum Auspressen angewendet wurde, dass das zurückbleibende Wasser bei Flanell 913, bei Leinwand 740 ‰ des Gewichtes des trockenen Zeuges betrage. Auch meine Versuche ergaben schwankende Resultate. Bei kräftiger Pressung mit der Hand erhielt ich für Wolle 912, für Leinwand 696 ‰, und bei Anwendung geringerer Kraft die in folgender Tabelle verzeichneten Zahlen.

Tabelle X.

	Gewicht des wasserfreien Zeuges	Wasser	
		Gewicht	‰
Flanell	2,7500	4,0810	1484
Seide	1,2075	1,3175	1091
Leinwand	3,3045	2,6835	812
Baumwollenstoff (Shirting)	2,1222	1,7486	824

1) Angeführt bei Dahlander, Tillämpad värmelära (Stockholm 1873) S. 407.

Digitized by Google

Die Schnelligkeit, sowie die Art und Weise, mit welcher das Wasser von den Zeugen aufgenommen wird, sind höchst verschieden. Wenn z. B. Zeugstücke auf eine Wasserfläche gelegt werden, so werden Baumwollenstoff, Leinwand und Seide schnell durchgetränkt und beginnen zu sinken. Erstgenannter Stoff ist nach 1 Minute, Leinwand nach 2 und Seide nach 2—3 Minuten vollgesogen. Wollenstoffe dagegen können viele Tage hindurch auf dem Wasser schwimmend bleiben, ohne dass die Oberseite eine Spur von Durchtränkung erkennen lässt. Bearbeitet man sie mit den Händen, so werden sie doch nicht so durchfeuchtet wie andere Zeuge. Es wird Luft mit grosser Hartnäckigkeit in Form kleiner Blasen hie und da zwischen den Fäden festgehalten. Wird ferner Wollenstoff aus dem Wasser herausgenommen, so wird er aufs neue schnell mit Luft gefüllt: eine Eigenschaft, die in Zusammenhang mit der grossen Elasticität der Schafwolle gegenüber den anderen Substanzen steht. Alles dies hindert natürlicherweise nicht, dass Wollenstoff eine weit grössere absolute Menge von zwischengelagertem Wasser als die übrigen Zeuge zurückhalten kann. Das übrigens wohlbekannte Verhältniss ist zweifelsohne von der allergrössten Bedeutung bei Beurtheilung des Werthes der verschiedenen Stoffe für die Kleidung.

Die Verdunstung des zwischengelagerten Wassers verhält sich anders als die des hygroskopischen. Dies lehrt Tab. XI.

Während die Verdunstung des hygroskopischen Wassers in den ersten Augenblicken am bedeutendsten ist und dann mit stetig abnehmender Schnelligkeit vor sich geht, so geschieht die Verdunstung des zwischengelagerten Wassers von Anfang an sehr gleichmässig. Erst wenn der Wassergehalt im Zeuge so stark reducirt ist, dass das Wasser nur in der Weise vorhanden sein dürfte, als ob es auf hygroskopischem Wege aufgenommen wäre, so schlägt die Verdunstung denselben Verlauf ein, worüber Tab. IX ein Beispiel bietet. Dieser Punkt wird aber bei den verschiedenen Zeugen mit höchst verschiedener Schnelligkeit erreicht: bei Flanell erst nach 2 Stunden, bei Leinwand nach der halben Zeit, bei Baumwolle noch schneller und bei Seide am geschwindesten, denn schon vor Schluss der ersten halben Stunde beginnt bei diesem Zeuge die Verdunstung die für hygroskopisches Wasser charakteristischen

Digitized by Google

Tabelle XI.

Zeit	Flanell 2,75g			Seide 1,2075g			Leinwand 3,3045g			Baumwollenstoff 2,1222g		
	Zwischengelagertes Wasser											
	Gewicht	auf 1000 Gewichtstheile des Zeuges	% der Gesammtverdunstung	Gewicht	auf 1000 Gewichtstheile des Zeuges	% der Gesammtverdunstung	Gewicht	auf 1000 Gewichtstheile des Zeuges	% der Gesammtverdunstung	Gewicht	auf 1000 Gewichtstheile des Zeuges	% der Gesammtverdunstung
beim Beginn des Versuches	4,081	1483	—	1,3175	1091	—	2,6835	812	—	1,7486	824	—
nach 10 Min.	3,726	1355	9	0,888	735	35	2,193	663	19	1,3406	632	25
„ 10 „	3,372	1226	9	0,4663	387	34	1,7025	515	19	0,9335	440	24
„ 10 „	3,034	1103	9	0,188	156	23	1,279	387	17	0,5807	274	21
„ 10 „	2,7075	985	9	0,129	107	5	0,846	256	17	0,2846	134	18
„ 10 „	2,362	859	9	0,120	99	1	0,488	147	14	0,1368	64	9
„ 10 „	2,030	738	9	0,118	98	—	0,2615	79	9	0,1056	50	2
„ 10 „	1,680	611	9	0,113	94	0,5	0,196	59	3	0,0994	47	0,5
„ 10 „	1,362	495	8	0,111	92	—	0,184	56	0,5	0,0994	47	—
„ 10 „	1,026	373	9	0,111	92	0,5	0,1796	54	0,5	0,0977	46	—
„ 10 „	0,728	265	8	0,109	90	—	0,178	54	—	0,0976	46	—
„ 10 „	0,4857	177	6	0,103	85	0,5	0,167	50	0,5	0,0906	43	0,5
„ 10 „	0,369	141	2,5	0,100	83	0,5	0,161	48	0,5	0,0871	41	—
„ 30 „	0,285	104	2,5	—	—	—	0,160	48	—	—	—	—
„ 30 „	0,270	98	1	—	—	—	0,158	47	—	—	—	—
„ 30 „	0,266	97	—	—	—	—	0,1555	47	—	—	—	—
„ 30 „	0,2658	97	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			100			100			100			100

Züge anzunehmen. Mit anderen Worten: die Verdunstung geht bei Wolle bedeutend langsamer und gleichmässiger vor sich als bei den übrigen untersuchten Zeugarten. — Jede Abdunstung findet natürlich mit grösserer Schnelligkeit in bewegter Luft statt. Versuche zur Bestimmung des Unterschiedes habe ich jedoch nicht vorgenommen. Alle meine Abdunstungsversuche wurden im Laboratorium ausgeführt.

Fassen wir nun in einigen wenigen Punkten dasjenige zusammen, was aus den bisher angeführten Versuchen zu entnehmen ist, so zeigt sich, dass der Wassergehalt der untersuchten Zeuge folgenden gemeinsamen Einfluss der atmosphärischen Verhältnisse erfährt.

Digitized by Google

Die Menge des hygroskopischen Wassers beruht auf der relativen Feuchtigkeit der Luft und ist am grössten bei Nebel. Der Wärmegrad sowie die Bewegung der Luft scheinen dabei nicht von erwähnenswerthem directen Einfluss zu sein.

Die Schnelligkeit der Absorption beim Uebertreten aus trockener in feuchte Luft ist in den ersten Augenblicken am grössten und nimmt allmählich bis zum Sättigungspunkte ab. Das Erreichen des letzteren beruht auf dem Grade von Feuchtigkeit und geschieht in mit Wasserdampf beinahe gesättigter Luft erst nach dem Verlaufe von etwa 15 Stunden.

Die Verdunstungsschnelligkeit beim Uebertreten aus feuchter in trockene Luft ist gleichfalls zu Beginn sehr rasch und nimmt dann schnell ab.

Das zwischengelagerte Wasser wird von den Zeugen in verschiedener Menge zurückgehalten, je nach der Kraft, welche zu seiner Entfernung angewendet wird. Die Verdunstung desselben geschieht anfangs gleichmässig, gegen Schluss in einer rasch steigenden Curve.

Die Verschiedenheiten der vier untersuchten Stoffe ergeben sich aus folgender Zusammenstellung:

Tabelle XII.

	Flanell	Seide	Leinwand	Baumwollenstoff
A. Hygroskopisches Wasser.				
Menge auf 1000 Gewichtstheile des Zeuges:				
1. in Zimmerluft (58% Feuchtigkeit) .	92	80	53	55
2. in feuchter Luft (97% Feuchtigkeit) .	217	177	134	154
3. in Nebel	273	271	206	239
Absorptionsschnelligkeit auf die ersten 10 Minuten in Procent	35	50	31	41
Verdunstungsschnelligkeit in Procent:				
1. auf die ersten 10 Minuten	38	71	47	54
2. auf die ersten 30 Minuten	74	85	86	90

Digitized by Google

Tabelle XII.

(Fortsetzung.)

	Flanell	Seide	Leinwand	Baumwollenstoff
B. Zwischengelagertes Wasser.				
Menge, welche zurückbehalten wird, auf 1000 Theile des Zeuges, ungefähr . . .	1484	1091	812	824
Dringt in das Zeug ein in Minuten . .	äusserst langsam	2—3	2	1
Verdunstungsschnelligkeit in Procent:				
1. auf die ersten 10 Minuten	9	35	19	25
2. auf die erste Stunde	54	98	95	99

Nun stellt sich die Frage entgegen, in welchen Beziehungen das Wasser in unseren Kleidern einen Einfluss auf unsere Gesundheit ausüben kann. — Vor allem nimmt man mit gutem Grunde an, dass ein vermehrter Wassergehalt die Kleider zu besseren Wärmeleitern macht; weiter kann ihre Permeabilität für Luft dadurch beeinflusst werden, und schliesslich nimmt die Verdunstung von Wasser aus den Kleidern viel Wärme in Anspruch, welche, da sie wohl meist vom Körper entnommen wird, einen verhängnissvollen Wärmeverlust verursachen kann. Alle diese drei Umstände haben das gemeinsam, dass sie die Kleider weniger warm machen. In welchem Maasse, freilich darüber ist nur sehr wenig bekannt. Besonders gilt dies über das vermehrte Leitungsvermögen für Wärme. Man darf indessen wohl annehmen, dass die Zeugarten, welche die grösste Wassermenge aufnehmen, also Wolle und Seide, in dieser Beziehung die grössten Veränderungen erleiden. Ueber die Durchlässigkeit für Luft hat v. Pettenkofer einige Versuche mitgetheilt, welche zeigen, dass unter denselben Verhältnissen Wolle eine bedeutend grössere Luftmenge hindurchlässt als Seide und Leinwand, und dass Befeuchtung bei Leinwand, Seide und Baumwolle die Permeabilität ganz und gar aufheben kann, dagegen nicht bei Wolle, welcher letztgenannte Stoff also in dieser Beziehung einen wesentlichen Vorzug vor den anderen besitzt, wenn es um das wärmende Vermögen handelt. Kommenden Untersuchungen ist jedoch eine Erweiterung der Kenntniss dieser Frage vorbehalten. — Zur Be-

Digitized by Google

urtheilung des Wärmeverlustes des Körpers durch Wasserverdunstung besitzen wir etwas bessere Ausgangspunkte. Man weiss nämlich, wie viel Wärme das Wasser braucht, um in Gasform überzugehen. (1 g Wasser braucht 560 Wärmeeinheiten.) Kann man nun berechnen, wie viel Wasser verdunstet, was mit Hilfe der obigen Versuche sich unter gewissen Umständen thun lässt, so kann man solchergestalt zu einigermassen befriedigenden Schlüssen kommen. Auch hier ist Wollenzeug durch die langsamere Verdunstung in erster Linie geeignet, eine schnelle Abkühlung zu vermeiden.

Die durch die obigen Untersuchungen gewonnenen Maasse des Wassergehaltes der Kleidungsstoffe bei den verschiedenen atmosphärischen Verhältnissen lassen sich jedoch nicht ohne weiteres auf diese selbst ausdehnen. Es kommt noch ein wichtiger Umstand in Betracht, nämlich der Einfluss, welchen der Körper selbst auf diesen Wassergehalt ausübt. Die von mir hierüber angestellten Versuche, die vorläufig sich nur auf das hygroskopische Wasser beziehen, wurden solchermassen ausgeführt, dass Stücke der Versuchszeuge nach vorausgegangener Austrocknung theils auf dem blossen Körper, unter den Kleidern, theils an verschiedenen Stellen zwischen den letzteren angebracht wurden. Nach Verlauf von 2 Stunden wurden dieselben dann unter den gewöhnlichen Vorsichtsmaassregeln gewogen. Es fand sich, dass 2 Stunden eine ganz zureichend lange Zeit waren, um Sättigung zu erreichen. Wurden Zeugstücke weitere 2—3 Stunden zwischen den Kleidern gelassen, so nahm ihr Wassergehalt nicht zu. Ich nahm diese Versuche an mir selbst vor, und zwar im Laboratorium mit körperlich nicht anstrengenden Arbeiten beschäftigt. Das Resultat ist aus Tab. XIII zu ersehen.

Hieraus geht hervor, dass die Kleider auf dem Körper unter den hier in Betracht kommenden Verhältnissen bedeutend weniger Wasser enthalten, als sie ausserhalb des Einflusses des Körpers thun würden. Weiter erhellt, dass in unmittelbarer Nähe des Körpers die Kleider die geringste Menge Wasser enthalten. Die Unterschiede in diesen Versuchen sind doch zu gering, um hierüber eine deutliche Vorstellung zu gewähren. Ein anderer etwas anders geordneter ist in diesem

Digitized by Google

Tabelle XIII.

	Flanell			Seide			Leinwand			Baumwollenstoff		
	Gewicht des Zeugstückes	Hygroskopisches Wasser		Gewicht des Zeugstückes	Hygroskopisches Wasser		Gewicht des Zeugstückes	Hygroskopisches Wasser		Gewicht des Zeugstückes	Hygroskopisches Wasser	
		Gewicht	auf 1000 Gewichtstheile des Zeuges		Gewicht	auf 1000 Gewichtstheile des Zeuges		Gewicht	auf 1000 Gewichtstheile des Zeuges		Gewicht	auf 1000 Gewichtstheile des Zeuges
Auf blossem Körper	3,3907	0,1423	42	1,1165	0,0379	34	3,2555	0,0820	25	2,3643	0,0534	22
Zwischen Unterjacke und Hemd . . .	3,3907	0,1627	48	1,1165	0,0401	36	3,2555	0,0958	29	2,3643	0,0667	28
Zwischen Hemd und Unterhosen . . .	3,4037	0,1476	43	1,1105	0,0390	35	3,2075	0,0800	25	2,3477	0,0649	28
Zwischen Unterhosen und Hosen . .	3,4037	0,1738	51	1,1105	0,0390	35	3,2075	0,0870	27	2,3477	0,0683	29
Zwischen Hemd und Weste	3,4037	0,1444	42	1,1105	0,0450	41	3,2075	0,0876	27	2,3477	0,0625	26
Zwischen Weste und Rock (Rücken) .	3,4037	0,1535	45	1,1105	0,0450	41	3,2075	0,0930	29	2,3477	0,0625	26
Frei im Laboratorium (47 % Feuchtigkeit)	2,7575	0,1794	65	1,2160	0,0637	52	3,1180	0,1315	42	2,1257	0,0777	36

Digitized by Google

Falle deutlicher. Dabei habe ich theils nur Flanell angewendet, welcher den Vortheil bietet, dass er die grösste Wassermenge absorbirt und im Zusammenhange hiermit bei geringen Verschiedenheiten im Feuchtigkeitsgrade leichter merkliche Veränderungen seines Gewichtes darbietet: theils hielt ich mich während der Versuchszeit im Freien auf, wo die Temperatur zwischen -2^0 und $+1^0$ C. schwankte, die relative Feuchtigkeit 85 % betrug und das Wetter übrigens still und klar war. Die Resultate sind in folgender Tabelle niedergelegt.

Tabelle XIV.

	Gewicht des Flanell-stückes	Hygroskopisches Wasser	
		Gewicht	auf 1000 Gewichts-theile Flanell
Auf blossem Körper	2,947	0,129	44
Zwischen Weste und Rock (auf dem Rücken)	2,469	0,126	51
Unter der Weste (vorn)	2,9331	0,1783	61
Zwischen Rock und Ueberzieher . . .	2,4405	0,154	63
In einer gut geschlossenen Tasche des Ueberziehers	2,4075	0,2478	103
Im Freien	2,7594	0,4801	174

Dieser Versuch zeigt deutlich, wie die Wassermenge in den Kleidern von aussen nach innen abnimmt. Während dieselbe dicht am Körper gering ist, nicht grösser als beim Aufenthalt im Laboratorium, so wächst sie in dem Maasse, wie die Kleidungsstücke von der Körperoberfläche entfernt sind, oder in dem Maasse, wie der Luftzutritt freier ist. So muss es nämlich erklärt werden, dass mehr hygroskopisches Wasser unter der Weste vorn absorbirt wird als zwischen Weste und Rock auf dem Rücken. Noch unter dem äussersten Kleidungsstücke (in der Ueberziehertasche) wurde indessen der Einfluss des Körpers gespürt, denn der Wassergehalt war dort nur 103 ‰, während derselbe draussen im Freien 174 ‰ betrug. Dass die Ursache wirklich in dem Einflusse des Körpers liegt, und nicht z. B. darin, dass die äusseren Kleider den Wasserdampf hindern zu den inneren einzudringen, beweist ein Controlversuch, welcher auf folgende Weise unternommen wurde. Fünf

Digitized by Google

der beim vorigen Versuche gebrauchten Flanellstücke wurden über einander auf eine Glasplatte gelegt, an den vier Rändern mit straff schliessenden Kautschukfäden umgebunden und dann 2 Stunden lang feuchter Luft ausgesetzt (ungefähr 80 % bei + 5,8° C.). Während dieser Zeit wurden von denselben, vom Glase nach aussen gerechnet, folgende Mengen Wasser auf 1000 Gewichtstheile der Zeuge absorbirt 128, 139, 127, 130 — also kein nennenswerther Unterschied. Dasselbe Resultat wurde erhalten, als Flanellstücke dicht zusammengerollt und mit einer Schnur umwunden wurden. Ein zusammengewickelter Wollenstrumpf absorbirte dieselbe Wassermenge wie ein frei hängender u. s. w.

Es muss daher angenommen werden, dass die beobachtete Abnahme des Wassergehaltes der Kleider nahe am Körper auf den vom Körper selbst in den Feuchtigkeitsverhältnissen der ihn zunächst umgebenden Luftschicht verursachten Veränderungen beruht. Es ist ja auch natürlich, dass die relative Feuchtigkeit der Luft, welche beim im Rede stehenden Versuche ungefähr 85 % bei etwa 0° C. betrug, bedeutend abnehmen musste bei der durch den Einfluss des Körpers bedingten Erhöhung ihrer Temperatur auf etwa 30° C. Dasselbe muss in allen Fällen bei geringer Wasserverdunstung vom Körper stattfinden. Natürlicherweise wird aber die Sachlage anders, wenn die Wasserabsonderung der Haut reichlich und die äussere Luft trocken ist. In beiden Fällen muss man sich denken, dass in unseren Kleidern ein beständiger Streit um das Uebergewicht stattfindet: ein Streit, von dessen Ausgang ihr Feuchtigkeitsgrad abhängt.

Dasjenige überschauend, was in dieser Abhandlung über die Abhängigkeit des Gehaltes an hygroskopischem Wasser in unseren Kleidern von der Luftfeuchtigkeit mitgetheilt ist, so scheint mir berechtigt, von einem gefundenen Wassergehalt auf die ungefähre Feuchtigkeit der Luft zurückzuschliessen, in welcher der Versuch ausgeführt wurde. Die relative Feuchtigkeit des Luftlagers dicht am Körper dürfte hiernach beim Aufenthalt in gewöhnlicher Zimmertemperatur ungefähr 30 % sein. Flanell nimmt beispielsweise dort 42 — 44 ‰ Wasser auf, und nach Tab. III entsprechen 36 ‰ hygroskopisches Wasser 27 % Luftfeuchtigkeit, 48 ‰ dagegen 30 % u. s. w. Wolpert's Hygrometer zeigte,

Digitized by Google

am Körper unter den Kleidern angebracht, ungefähr 25 % Feuchtigkeit. — Bekanntlich gibt es aber gewisse Stellen der Haut, welche sich vor anderen durch eine reichliche Wasserabsonderung auszeichnen. Hierher gehören die Armhöhle und die Fusssohle. Es war a priori anzunehmen, dass die Luft hier feuchter sein sollte als an anderen Stellen des Körpers. Der Versuch bestätigte dies auch. Während ein Flanellstück auf der Brust 42 ‰ seines Gewichtes Wasser absorbirte, nahmen solche in der Armhöhle und unter dem Fusse bzw. 71 ‰ und 207 ‰ auf, was einer Luftfeuchtigkeit von 43 % und 93 % entspricht. Diese Beobachtung bestätigt überdies das oben dargelegte Ergebniss, dass es bei der Absorptionsmenge des hygroskopischen Wassers seitens der Kleider nur auf den Feuchtigkeitsgrad ankommt, während die Temperatur ohne directen Einfluss ist. Der Wärmegrad kann nämlich nicht besondere Unterschiede in der Armhöhle und auf der Brust darbieten, und ist er an einer der Stellen höher, so ist dies wohl in der Armhöhle, wo zwei Hautflächen gegen einander liegen: ein Verhältniss, dessen sich ja auch die praktischen Aerzte beim Messen der Körpertemperatur bedienen. Gleichwohl wird hier so bedeutend mehr Wasser absorbirt als auf der Brust. Auf dem Fusse sind die Verhältnisse etwas complicirter. Dass Wolle hier ungefähr fünfmal mehr Wasser aufnimmt als auf dem Rumpfe, kann wohl nicht allein von dessen grösserer Hautabsonderung herrühren, sondern zweifelsohne wird dies auch theilweise von der durch das enge Ansitzen des für Luft wenig permeabeln Schuhzeuges erschwerten Diffusion bedingt.

Um mir nun eine Vorstellung von der Grösse des Einflusses zu schaffen, welchen, wie wir sahen, der Körper auf den Wassergehalt der Kleider ausübt, habe ich einen ganzen Anzug gewogen und seinen Gehalt an hygroskopischem Wasser für Zimmerluft und das Freie (bei bzw. + 15,2° C. und 47 % Feuchtigkeit und 0° C. und 85 % Feuchtigkeit), sowie in seiner Abhängigkeit und Unabhängigkeit von dem Einflusse des Körpers berechnet. Die Berechnungen (siehe Tab. XV) können natürlich nur ungefähr sein.

Wir sehen also, dass der Unterschied des Wassergehaltes des ganzen Anzuges im Zimmer und im Freien,

Digitized by Google

Tabelle XV.[1])

Kleidungsstücke		Hygroskopisches Wasser in Grm.			
Benennung	Gewicht im wasserfreien Zustande in Grm.	ausserhalb des Körpers		auf dem Körper	
		im Zimmer	im Freien	im Zimmer	im Freien
Ueberzieher	2362	153,5	411	(153,5)	267
Rock	1647	95	261	81	84
Weste	374	21	60,5	14	17
Hosen	1038	67	180,6	60	118
Unterhosen	333	12	37,3	9,6	9,6
Hemd	245	9	27,4	6,6	6,6
Unterjacke	209	7,5	23,4	5,2	5,2
Strümpfe	115	7,4	20	23,8	23,8
Stiefeln	711	43	116	138	138
Summa	7034	415,4	1137,2	491,2	669,2

welcher ohne den Einfluss des Körpers 721,8g betragen sollte, durch diesen Einfluss auf 177,5 reducirt wurde, was immerhin ein sehr beträchtlicher Unterschied ist. — Die Summe für den Wassergehalt des ganzen Anzuges im Zimmer ist etwas grösser, wenn es auf dem Körper ist, als wenn er dessen Einfluss nicht ausgesetzt ist. Dies beruht jedoch ausschliesslich auf dem grossen Wassergehalt der Fussbekleidung. Die übrigen Kleidungsstücke enthalten auch im Zimmer, wie schon früher gezeigt, weniger Wasser auf dem Körper als ausserhalb desselben.

Offenbar liegt in der hier durch Versuche gefundenen und durch die tägliche Erfahrung bekannten bedeutenden Feuchtigkeit unserer Fussbekleidung eine der Hauptursachen dafür, dass wir so leicht

1) Der Berechnung liegen hauptsächlich die auf Tab. XIII und XIV angegebenen Werthe zu Grunde. Für jedes Kleidungsstück habe ich unter Zuhilfenahme derselben eine mittlere Feuchtigkeit berechnet, z. B. für den Ueberzieher aus den Zahlen 174 (= ‰ Wasser von Wolle im Freien aufgenommen), 103 (= ‰ Wasser in der Tasche) und 63 (= ‰ Wasser unter dem Ueberzieher) eine Mittelfeuchtigkeit von 113 ‰. Der Ueberzieher bestand ganz aus Wolle. Der Rock hatte Futter von Baumwollenzeug, er wurde daher zu 3/4 aus Wolle und 1/4 aus Baumwolle bestehend veranschlagt. Ebenso wurde die Weste zu 2/3 Wolle und 1/3 Baumwolle berechnet. Die Strümpfe aus Wolle, die Stiefeln aus Rindsleder, alles Uebrige aus Baumwolle.

Digitized by Google

um die Füsse frieren, denn durch die zu beziehungsweise guten Wärmeleitern gewordenen Fussbekleidungsstücke muss eine bedeutende Wärmemenge fortgeleitet werden. — Ein analoges Beispiel zeigt die behandschuhte Hand. Theils besitzen die Lederarten, aus welchen die Handschuhe verfertigt werden, ein hohes hygroskopisches Vermögen, theils aber ist die hohle Hand ein reichlich Wasser absonderndes Organ. Gleicherweise finden verschiedene andere Beobachtungen der täglichen Erfahrung ihre wissenschaftliche Erklärung durch das Verhalten des Wassers in den Kleidern. Beispielsweise möge das leichte Frösteln genannt werden, welches den Körper durcheilt, wenn man sich eben zu Bett legt, oder wenn man das Hemd wechselt. Das letztgenannte Kleidungsstück, 245^{g} wiegend, enthält, wie wir sahen, ausserhalb des Körpers 7,5^{g} Wasser, auf demselben aber nur 5,2^{g}. Der Unterschied von 2,3^{g} muss also schnell verdunstet werden, wenn man das Hemd anzieht, und nimmt dazu 1280 Wärmeeinheiten in Anspruch, welche sammt der Wärme, welche zur Erhöhung der Temperatur des Kleidungsstückes vom Körper genommen wird.

Der niedrige Feuchtigkeitsgrad in dem Luftlager dicht am Körper findet jedoch nur unter den hier berührten Umständen statt, nämlich bei Ruhe und in gewöhnlicher oder niederer Temperatur. Gleichwie aber die Feuchtigkeit grösser über reichlich Wasser absondernden Hautstellen ist, so muss sie auch zunehmen, wenn die Verdunstung von der Körperoberfläche in ihrer Gesammtheit zunimmt. Solches findet bei körperlich anstrengender Arbeit statt, bei hoher Lufttemperatur u. s. w. Mit der erhöhten Wasserabdunstung von der Haut muss auch die Feuchtigkeit der Kleider zunehmen, was bekanntlich auch eintritt, so dass sie schliesslich beim Schwitzen gänzlich durchnässt werden können, wobei eine die Körpertemperatur erniedrigende Verdunstung eintritt. Meine Versuche umfassen jedoch nicht diese höheren Feuchtigkeitsgrade.

Indessen kann das Hauptsächliche des letzten Theiles dieses Aufsatzes dahin zusammengefasst werden, dass der Einfluss des Körpers den Wassergehalt der Kleider bei Ruhe oder mässiger Arbeit in niederer oder mittlerer Temperatur, also wenn der Körper gegen Abkühlung geschützt

Digitized by Google

werden soll, vermindert; dagegen vermehrt er denselben bei entgegengesetzten Zufällen, wenn der Körper Abkühlung bedarf. Da nun ein verminderter Wassergehalt die Kleider wärmer macht, und umgekehrt, so wirkt also der Körper in seinem eigenen Interesse.

Diesem wohlthuenden Einflusse wird wahrscheinlich in kalter und sehr feuchter Luft etwas dadurch entgegengewirkt, dass das Wasser, welches die Kleider in ihren äusseren Lagern aus der Luft aufnehmen, im Innern wieder verdunstet, so dass eine fortwährende Wasserabsorption aus der äusseren Luft und in gleicher Weise ein continuirlicher Wärmeverlust vom Körper stattfindet. Indessen fehlen zur Zeit bestimmte Ausgangspunkte zum Berechnen der Bedeutung dieser Vorgänge.

Ein hoher Wassergehalt in den Kleidern ist natürlich nur so lange von Nutzen, als der Körper Abkühlung bedarf. Hört dieses Bedürfniss auf, aber die Feuchtigkeit bleibt in den Kleidern zurück, oder ist Wasser durch Regen u. s. w. hineingekommen, so treten Verhältnisse ein, unter welchen diese Feuchtigkeit von grösster Gefahr für die Wärmewirthschaft des Körpers werden kann. Meine Versuche erstrecken sich doch, wie oben bemerkt, nicht auf diese Fälle.

Viel von Interesse über das Verhältniss der Kleider zu Wasser bleibt noch zu studiren. Die Umstände erlauben mir aber jetzt nicht die Arbeit fortzusetzen, und da es ungewiss ist, ob ich jemals Gelegenheit finden werde, sie weiter zu führen, so habe ich die bisher ausgeführten Versuche mittheilen wollen.

Digitized by Google

Ueber den Stoffverbrauch im hungernden Pflanzenfresser.

Von

Dr. Max Rubner.

(Aus dem physiologischen Institute zu München.)

Es ist vorzüglich durch die Arbeiten von Pettenkofer und Voit festgestellt, dass der Fleischfresser (Hund) während des Hungers Eiweiss und Fett, und zwar je nach den Umständen in sehr verschiedenen Verhältnissen, zerstört. Dagegen sind unsere Kenntnisse von der Menge der im hungernden Pflanzenfresser (Säugethier) zersetzten Stoffe noch äusserst dürftig. Frerichs[1]) und Bischoff[2]) haben die tägliche Harnstoffausscheidung bei hungernden Kaninchen, Grouven[3]) die Stickstoffabgabe im Harn und Koth hungernder Ochsen untersucht, ferner haben Regnault und Reiset[4]) bei ihren umfassenden Versuchen auch die Kohlensäureabgabe und die Sauerstoffaufnahme des Kaninchens bestimmt und in jüngster Zeit hat Finckler[5]) abermals Respirationsversuche am Meerschweinchen während der Inanition ausgeführt.

Wie aus diesen Angaben ersichtlich ist, gestattet keiner der am Pflanzenfresser angestellten Versuche einen genügenden Einblick in die stofflichen Vorgänge im hungernden Organismus, weil kein

1) Frerichs: Arch. f. Anat. u. Physiol. 1848 S. 469.
2) Bischoff: der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels 1853 S. 119.
3) Grouven: physiologisch-chemische Fütterungsversuche 1864 S. 127.
4) Regnault u. Reiset: Annal. d. Chem. u. Pharm. 1850 Bd. 73 S. 266.
5) Finckler: Archiv f. d. ges. Physiol. 1880 Bd. 23 S. 175.

Digitized by Google

Experimentator dabei die gesammten Ausscheidungsproducte des Zerfalls ermittelt d. h. keiner die Grösse des Umsatzes an Eiweiss und Fett festgestellt hat. Um aus den Umsetzungs- und Ausscheidungsproducten den Gesammtstoffwechsel eines Thierkörpers zu messen, müssen alle Ausscheidungen, so weit sie für die Beurtheilung jener Vorgänge von Belang sind, zur Bestimmung der in ihnen enthaltenen Stoffe oder Elemente gesammelt werden. Es ist selbstverständlich nicht möglich, den in der Respiration entfernten Kohlenstoff als Maass für den Verbrauch dieses Elementes, das ausserdem in sehr schwankenden Mengen auch im Harn und Koth ausgeschieden wird, zu benützen, noch weniger aber als ein Maass des Stoffwechsels überhaupt, da im Körper nicht nur eine einzige kohlenstoffhaltige Verbindung zur Zersetzung gelangt, sondern meist mehrere von ganz ungleicher Bedeutung und von verschiedenem Kohlenstoffgehalte in sehr wechselnder Proportion in den Zerfall gezogen und verbrannt werden. Aus dem gleichen Grunde ist auch die Grösse des Sauerstoffverbrauchs kein Maass des Stoffwechsels[1]). Nur aus der gleichzeitigen Bestimmung des in den Excreten ausgeschiedenen Stickstoffs und Kohlenstoffs können Rückschlüsse auf den Stoffwechsel im Körper und auf die im letzteren zerstörten Stoffe gemacht werden.

Da Manche die Meinung ausgesprochen haben, dass der Pflanzenfresser in Beziehung der Stoffzersetzungen, namentlich der quantitativen Verhältnisse derselben, sich wesentlich anders verhalte als der Fleischfresser, so habe ich es unternommen, einige Versuche mit Pflanzenfressern im Hungerzustande bis zum eintretenden Tode anzustellen. Ich habe als Versuchsthier das Kaninchen gewählt; ein grösseres Thier hätte wegen der voraussichtlich längeren Hungerzeit wesentlich mehr Arbeit gemacht, bei einem kleineren ist die Bestimmung des Stickstoffverbrauchs mit bedeutenden Ungenauigkeiten behaftet.

I. Der Eiweissumsatz.

Zur Bestimmung des Eiweissumsatzes im hungernden Thier genügt die Ermittlung des im Harn ausgeschiedenen Stickstoffs;

1) Voit: Ztschr. f. Biologie 1878 Bd. 14 S. 137.

Digitized by Google

die Menge des im Hungerkothe, wenigstens des Fleischfressers, enthaltenen Stickstoffs ist so gering, dass sie vernachlässigt werden kann.

Es ist beim Kaninchen nicht möglich, den Harn jedes Versuchstages genau abzugrenzen, wie es bei grösseren Hunden durch directes Auffangen desselben oder durch Katheterisiren der Blase geschehen kann. Es bleibt nichts Anderes übrig, als die Kaninchen den Harn nach Belieben in einen für das rasche Ablaufen desselben günstig eingerichteten Käfig entleeren zu lassen und zu versuchen, vor Abschluss jedes Hungertages den noch in der Blase befindlichen Harn abzupressen, wobei in der Regel eine ziemliche Menge desselben gewonnen wird. Das Einspritzen von Wasser in den Magen, wie Salkowski es thut, um die Harnmenge zu vermehren, habe ich unterlassen; jedoch durften die Thiere nach Belieben Wasser aufnehmen.

Das Thier sass in einem kleinen cylindrischen Käfige auf einem weitmaschigen Drahtgitter, auf welches in einem Abstande von 2 cm ein zweites Netz mit engeren Maschen folgt. Der Koth fiel alsbald durch die Maschen des ersten Gitters und blieb auf dem zweiten Netz liegen[1]); der Harn aber floss durch einen Zinktrichter in ein untergestelltes Glas; Netz und Trichter wurden täglich mit Wasser sorgfältig abgespült.

Bei Hunden, welche beim Entleeren des Harns in den Käfig denselben an die Wandungen spritzen und den Körper damit benetzen, gelingt es nur nach dem im hiesigen Laboratorium gebräuchlichen Verfahren, den Harn ohne jeglichen Verlust zu erhalten; bei Kaninchen ist es jedoch möglich, den Harn vollkommen zu gewinnen, wenn man den Käfig in der von mir angegebenen Weise einrichtet.

Dagegen ist es bei letzteren wegen der unregelmässigen Harnentleerung nicht möglich, den Eiweissumsatz für jeden Hungertag anzugeben, weshalb ich denselben für mehrere Tage berechnet und dann das Mittel genommen habe, indem ich diejenigen Versuchstage zusammenlegte, an welchen vorher und am Schluss eine reichliche Menge von Harn gelassen worden war, so dass an ihnen eine vollständige Entleerung der Blase angenommen werden durfte. Allerdings verzichtet man dabei auf eine genaue Kenntniss des an jedem Tage zersetzten Eiweisses.

Der Stickstoff des Harns wurde bestimmt, indem 5 oder 10 ccm desselben unter reichlichem Zusatz von Oxalsäure im Hofmeister'schen Schälchen auf Quarzsand eingedampft und mit Natronkalk verbrannt wurden.

Den Versuchsthieren wurde das Futter am Nachmittag vor Anfang des ersten Hungertages entzogen. Da letzterer am darauf folgenden Tage um 11 Uhr Vormittags begann, so waren also zu dieser Zeit etwa 22 Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme verflossen.

Man könnte einwenden, dass beim Pflanzenfresser, bei dem die Vorgänge im Darm wahrscheinlich nicht vollständig während eines Tages ablaufen, wenigstens

1) Auf diese Weise wird der Koth alsbald vom Thiere getrennt, was nothwendig ist, weil die hungernden Kaninchen häufig ihren Koth auffressen; es beruht vielleicht hierauf die Angabe, dass Kaninchen in Folge von Nahrungsentziehung zu Grunde gehen, obwohl sich noch Speisereste in ihrem Magen befinden.


Digitized by Google

an den ersten Hungertagen noch Stoffe aus dem von der früheren Nahrungsaufnahme im Darm befindlichen Inhalt resorbirt werden und einen wesentlichen Einfluss auf die Zersetzungen ausüben. Es würde dann das aus der Stickstoffausscheidung berechnete zersetzte Eiweiss nicht alles aus dem Körper des hungernden Thieres stammen.

Ich habe hierüber einen Versuch, dessen Resultate ich bei einer anderen Gelegenheit mittheilen werde, angestellt, indem ich den Darminhalt eines wohlgenährten und eines verhungerten Kaninchens, welche vorher die gleiche Nahrung erhalten hatten, untersuchte, und gefunden, dass wenigstens bei dem dargereichten Futter (Weissbrod mit Milch und wenig Heu) jenes Moment nur einen geringen Einfluss auf den Verbrauch an Stickstoff (und auch an Kohlenstoff) ausübt und sich die Nachwirkung des Darminhalts höchstens auf die ersten Hungertage erstreckt. Dass bei Kaninchen die nachträgliche Aufnahme aus dem Darmkanal nicht erheblich ist, geht auch aus den Angaben von Regnault und Reiset hervor, nach welchen während 30 Stunden nüchterne Kaninchen schon den gleichen niederen respiratorischen Quotienten zeigen wie Fleischfresser. Bei einer anderen Art der Fütterung ist dies vielleicht anders; so sollen z. B. nach den Versuchen von Grouven Ochsen, welche vor der Hungerzeit Roggenstroh erhalten hatten, während 4 Tagen von letzterem noch resorbiren, und zwar so viel, dass bis zu 46% des unterdess im Harn ausgeschiedenen Stickstoffs daraus abgeleitet werden können.

a) Menge des ausgeschiedenen Stickstoffs.

Wir wissen namentlich aus den Untersuchungen von Bidder und Schmidt, Bischoff und Voit, sowie von Falck am hungernden Fleischfresser und aus denen von Schimansky an Hühnern, dass im Allgemeinen in den ersten Tagen des Hungers die Stickstoffausscheidung oder die Eiweisszersetzung sinkt und zwar besonders rasch bei hoher Anfangszersetzung oder vorausgehender reichlicher Eiweisszufuhr, dass dieselbe ferner, wenn einmal ein gewisser Abfall erreicht ist, längere Zeit nahezu gleich bleibt, um dann entweder in ein fortwährendes Absinken oder sogar in eine Zunahme des Eiweisszerfalls überzugehen.

Die bis jetzt an pflanzenfressenden Säugethieren angestellten Hungerversuche haben in dieser Beziehung verschiedene Resultate ergeben. Die beiden Kaninchen Bischoff's zeigten in 6—8 Hungertagen keine bemerkenswerthe Aenderung der Harnstoffausscheidung; das Kaninchen von Frerichs, welches schon am vierten Tage der Inanition zu Grunde ging, lieferte am ersten Tage $0{,}38^{g}$ Harnstoff, am zweiten $1{,}82^{g}$ und am dritten $4{,}20^{g}$; die von Grouven untersuchten Ochsen ergaben in einer Anzahl von Fällen

Digitized by Google

vom ersten Tage an ein Ansteigen der Stickstoffmenge im Harn, in anderen jedoch nicht.

Man muss sich, namentlich bei den kleinen Kaninchen, hüten, jede solche Steigerung der Stickstoffausscheidung auf eine Steigerung in der Eiweisszersetzung zu beziehen, da man durch die unregelmässige Harnentleerung leicht getäuscht werden kann, namentlich dann, wenn es sich um schwache Thiere handelt, welche in wenigen Tagen dem Hunger erliegen. Ich habe z. B. ein Kaninchen (Nr. I) vom 23. Nov. 1879 an beobachtet, welches am 8. Hungertage verendete und bei sehr unregelmässigem Harnlassen folgende Stickstoffmengen im Harn zeigte:

Hungertag	Gewicht	Stickstoff im Harn
1.	2091,3	0
2.	1965,0	0,439
3.	1931,3	0
4.	1934,0	1,320
5.	1773,3	0,887
6.	1749,3	0,444
7.	1597,3	2,126
8.	1437,8	—
	(1429,3g todt)	

Man könnte hier zwar die Stickstoffausscheidung auf die einzelnen Tage vertheilen, nämlich

1. 0,22
2. 0,22
3. 0,66
4. 0,66
5. 0,89
6. 1,28
7. 1,28

und daraus ein allmähliches Ansteigen der Zersetzung folgern wollen, aber es ist wohl nicht möglich, dass ein kräftiges Kaninchen von 2091g Gewicht an den zwei ersten Hungertagen nur je 0,22g Stickstoff liefert.

Die Hauptreihen über den Gang der Stickstoffausscheidung sind an drei Kaninchen (Nr. II, III und V) gemacht worden. Nr. II (Lapin) wog bei Beginn des Hungers (21. Sept. 1880) 2985g und ging bei einem Gewicht von 2029g am Beginn des 10. Hungertages zu Grunde; Nr. III (deutsches Kaninchen) wog anfangs (22. Sept. 1880) 2341g, am 19. Hungertage, wo es verendete, 1388g; Nr. V (deutsches Kaninchen) hatte am ersten Hungertage ein Gewicht von 1506g, nach dem Tode (am 19. Hungertage) von 761g. Die Thiere gaben die folgenden Resultate:

Digitized by Google

Tag	Harnmenge in Ccm.	spec. Gewicht	Reaction	Stickstoff im Harn	Bemerkungen
Kaninchen II					
1.	—	—	alkalisch	1,170	mit Waschwasser gemessen
2. } 3. }	96	1051	sauer	3,861	am Schluss des 3. Tages
4.	28	1040	"	1,147	"
5.	43	1050	"	1,78	"
6.	93	1050	"	3,54	Harn zw. 8 — 9.30 Vorm.
7.	75	1050	"	3,04	am Schluss des Tages
8.	85	1038	"	3,07	"
9.	148	1016	"	2,25	—
Kaninchen III					
1. } 2. }	138	1035	schwach alkalisch	3,00	—
3. } 4. }	40	1053	sauer	1,242	kein Harn entleert Harn abgepresst
5.	24	1044	"	0,718	"
6.	46	1044	"	1,284	"
7.	32	1045	"	1,049	"
8.	80	1030	"	1,886	"
9. } 10. }	60	1036	"	1,682	Abpressen ohne Erfolg abgepresst
11.	30	1033	"	0,811	"
12.	43	1045	"	1,563	"
13. } 14. }	36	1044	"	1,226	Abpressen ohne Erfolg abgepresst
15.	44	1027	"	1,060	"
16.	110	1025	"	2,381	"
17.	122	1028	"	2,858	"
18.	95	1035	"	2,705	"
19.	49	1025	"	0,825	—

Tag	Harnmenge in Ccm.	spec. Gewicht	Reaction	Stickstoff im Harn	corrigirte N-Werthe	Bemerkungen
Kaninchen V						
1.	39	—	schwach sauer	0,719	0,719	am Ende des Versuchstages Harn abgepresst
2.	36	—	sauer	0,693	0,693	"
3.	20	1047	"	0,697	0,697	"
4. } 5. }	32	—	"	1,087	0,584 0,584	" Blase nicht völlig leer
6.	14	—	"	0,667	0,584	Blase völlig entleert
7.	31	1030	"	0,632	0,632	"

Digitized by Google

Fortsetzung der Tabelle von vor. Seite.

Tag	Harnmenge in Ccm.	spec. Gewicht	Reaction	Stickstoff im Harn	corrigirte N-Werthe	Bemerkungen
8.	27	1031	sauer	0,617	0,617	Blase am Ende des Versuchstages entleert
9.	28	1030	„	0,611	0,611	„
10.	20	—	„	0,584	0,661	vor Ende des Versuchstages Harn gelassen
11.	25	1042	„	0,738	0,661	Harn völlig entleert
12.	20	1040	„	0,584	0,664	vor Ende des Versuchstages Harn gelassen
13.	22	1045	„	0,744	0,664	Blase völlig entleert
14.	26	1043	„	0,925	0,925	„
15.	31	1042	„	1,039	1,391	Blase vor Ende des Versuchstages entleert
16.	52	1037	„	1,744	1,391	Blase völlig entleert
17.	61	1030	„	1,708	1,708	„
18.	40	1032	„	1,171	1,171	„
19.	12	—	„	0,522	0,522	Harn theils entleert, theils noch in der Blase vorhanden

Daraus stelle ich, indem ich nach dem vorher angegebenen Princip einzelne Tage zusammennehme, folgende Reihe her; es werden ausgeschieden:

Tag	Gesammtstickstoff	Stickstoff im Mittel im Tag	Eiweissumsatz im Mittel im Tag
Kaninchen II			
1. — 3.	5,03	1,67	10,86
4. — 5.	2,92	1,46	9,49
6. — 8.	9,65	3,21	20,87
Kaninchen III			
1. — 2.	3,00	1,50	9,75
3. — 8.	6,18	1,03	6,70
9. — 15.	6,34	0,91	5,92
16. — 18.	7,94	2,65	17,23
Kaninchen V			
1. — 7.	4,495	0,642	4,17
8. — 13.[1]	4,803	0,646	4,46
15. — 18.	5,662	1,415	9,20

1) Hierbei ist der 14. Tag ausgeschlossen, da er eine Mischung der Eiweisszersetzung des noch fetthaltigen und des fettfreien Thieres zeigt.

Digitized by Google

Daraus ergibt sich, dass bei wohlgenährten und kräftigen Kaninchen die Stickstoffausscheidung wie bei fettreichen Fleischfressern längere Zeit gleich bleibt oder allmählich und langsam absinkt. Der Abfall ist an den ersten Tagen nicht so bedeutend wie bei den vorher reichlich mit Eiweiss gefütterten Fleischfressern, da die Kaninchen vor dem Hungern keinen so grossen Ueberschuss an Eiweiss erhalten haben. Im weiteren Verlaufe nimmt die Eiweisszersetzung nur wenig ab; so änderte sich die mittlere Stickstoffausscheidung bei Kaninchen III von einer Woche zur andern nur um 0,1^{g}, so dass man hier, bei Vorliegen der täglichen Werthe, wie beim Hunde von einem gleichbleibenden Zerfall sprechen könnte. Später tritt in beiden Fällen eine am fettarmen Fleischfresser schon erkannte Erscheinung auf, nämlich eine Erhöhung der Eiweisszersetzung. Dieselbe ist von Voit zuerst bei einer fettarmen Katze nachgewiesen und als Folge der Abnahme des Körperfettes gedeutet worden; das Gleiche beobachteten später Falck an Hunden und Schimansky an Hühnern. Bei den von mir untersuchten Kaninchen ist diese schliessliche, 3—4 Tage vor dem Tode auftretende Steigerung des Eiweisszerfalles sehr gross, denn sie übertrifft die Zersetzung bei Beginn des Hungers um mehr als das Doppelte. Es ist auffallend, dass die Thiere, welche in der Regel bis dahin kein Wasser aufgenommen haben, zu dieser Zeit mit Begierde Wasser saufen; möglicherweise geschieht dies, um das zur Ausscheidung der grösseren Harnstoffmenge dem Körper entzogene Wasser wieder zu ersetzen; die Harnmenge ist dabei sehr vermehrt.

Es ist möglich, dass die von Frerichs bei dem schon am 4. Hungertage erlegenen Kaninchen gleich vom ersten Tag des Hungers an wahrgenommene Vermehrung der Harnstoffmenge darauf beruht, dass das Thier schon sehr heruntergekommen und arm an Fett war; dieselbe könnte jedoch auch nur eine scheinbare, durch ungleichmässiges Harnlassen verursachte sein; es wäre aber auch denkbar, dass, wenn bei fettarmen Thieren an den ersten Tagen noch Kohlehydrate aus dem Darminhalte resorbirt werden, die Eiweisszersetzung an diesen Tagen sehr herabgesetzt wird. Ich habe ein Kaninchen (Nr. IV) von 1813^{g} Gewicht untersucht, welches vorher Milch mit Hornspänen erhalten und schon längere Zeit zu ander-

Digitized by Google

weitigen Ernährungsversuchen gedient hatte und wie das von Frerichs am vierten Tage zu Grunde ging; dasselbe lieferte:

1. 98 ccm schwach alkalischen Harn mit 0,74 g Stickstoff,
2. 93 ccm schwach sauren Harn mit 1,732 g Stickstoff,
3. 120 ccm schwach sauren Harn mit 1,297 g Stickstoff.

Hier sind nur die zwei zuerst genannten Möglichkeiten gegeben. Wenn die Ochsen von Grouven den Harn regelmässig gelassen haben, dann ist bei ihnen die wahrscheinlichste Ursache der zumeist gleich von Anfang an beobachteten Zunahme der Stickstoffausscheidung die allmähliche Abnahme der Resorption von Kohlehydraten aus dem Darmkanal.

b) Grösse des Stickstoffverbrauchs an den einzelnen Hungertagen bei Reduction auf 100 Theile im Körper vorhandenen Stickstoffs.

Um die Intensität der Zersetzung von Eiweiss während der einzelnen Hungertage zu messen, ist es nöthig, die Zersetzung auf ein einheitliches Maass zu beziehen.

Man hat zu diesem Zwecke gewöhnlich die täglichen Ausscheidungen auf 1 kg Thier reducirt. Diese Reduction ist aber, wie schon Voit[1]) gezeigt hat, mit mancherlei Fehlern behaftet, da 1 kg Thier sehr ungleich zusammengesetzt sein kann. Auf das Körpergewicht wirken nämlich eine Reihe von Factoren ein, wodurch diese Vergleichseinheit beständig geändert wird. Es ist namentlich der Wassergehalt der Organe variabel, dann nimmt beim Hunger in Folge der ungleichen Zerstörung von Eiweiss und Fett der Fettbestand des Körpers in anderer Weise ab als der Eiweissbestand. Eine erhöhte Eiweisszersetzung lässt ferner das Körpergewicht rascher sinken als die gleich grosse Fettzersetzung, weil der Körper im letzteren Falle nur so viel an Gewicht verliert als die Menge des verbrannten Fettes beträgt, während bei einem Verlust von Eiweiss auch das mit demselben in den Organen verbunden gewesene Wasser und die Mineralbestandtheile ausgeschieden werden.

Voit hat zuerst versucht, den Eiweissumsatz auf die Eiweiss- oder die Fleischmenge im Körper zu reduciren, d. h. zu prüfen,

1) Voit: Ztschr. f. Biologie 1866 Bd. 2 S. 342.

Digitized by Google

welcher Bruchtheil derselben täglich beim Hunger zerstört wird. Da die Ursachen der Zersetzung in den Zellen sich finden, so scheint es mir nicht nur sachgemäss, die Zersetzung auf sie zu beziehen, sondern ich glaube auch, dass sich nur schwer ein anderer, exacterer Maassstab finden lässt. Während aber Voit die Fleischmenge am Körper bei seinem Hunde nur annähernd schätzte, habe ich sie direct nach dem Tode des Thieres bestimmt. Man hätte dabei, wie es Manche z. B. Bidder und Schmidt thaten, von zwei möglichst gleichen Thieren, von dem gleichen Wurf und gleicher Fütterung, das eine sofort tödten und die Zusammensetzung seines Körpers ermitteln, das andere aber erst nach dem Hungertode daraufhin untersuchen können, um den Eiweiss- und auch den Fettbestand des Thieres bei Beginn und am Ende der Hungerreihe zu erfahren. Aber eine solche Bestimmung ist sehr umständlich und hätte vielleicht bei dem Kaninchen zu keinem Resultate geführt. Ich habe deshalb zunächst die Gesammttrockensubstanz des verhungerten Thieres, nach Entfernung des Felles und des Darminhaltes, und deren Stickstoffgehalt ermittelt; da ich aber von Beginn der Hungerzeit an die im Harn entleerte Stickstoffmenge kenne, so ist es leicht möglich, durch Summirung aller dieser Stickstoffwerthe den Anfangsbestand des Thieres an Stickstoff und trockenem Fleisch[1]) und dann durch Subtraction der Harnstickstoffwerthe bis zu einem beliebigen Termine den dem letzteren zugehörigen Stick-

1) a) Das verhungerte Kaninchen II (2029,0^{g} Gewicht) gab:
321,97^{g} Trockensubstanz mit 11,28 % Stickstoff

es waren demnach im verhungerten Körper . . .	36,32^{g} Stickstoff
es wurden im Harn entfernt	19,86 „
also Bestand bei Beginn des Hungers	56,18^{g} Stickstoff

b) Das verhungerte Kaninchen III (1388,0^{g} Gewicht) gab:
252,6^{g} Trockensubstanz mit 11,65 % Stickstoff

es waren demnach im verhungerten Körper . . .	29,43^{g} Stickstoff
es wurden im Harn entfernt	24,28 „
also Bestand bei Beginn des Hungers	53,71^{g} Stickstoff

c) Das verhungerte Kaninchen V (761^{g} Gewicht) gab:
155,3^{g} Trockensubstanz mit 10,24 % Stickstoff

es waren demnach im verhungerten Körper . . .	15,90^{g} Stickstoff
es wurden im Harn entfernt	15,48 „
also Bestand bei Beginn des Hungers	31,38^{g} Stickstoff.

Digitized by Google

stoff- und Fleischbestand zu erhalten. Ich habe jedoch nicht die fettfreie stickstoffhaltige Trockensubstanz des Körpers zu Grunde gelegt, sondern der Einfachheit halber den Stickstoff derselben als Maass und Einheit benützt; ich reducire daher die Ausscheidung des Stickstoffs auf 100g im Organismus befindlichen Stickstoffs.

Man könnte gegen die Beziehung des Umsatzes auf den in der stickstoffhaltigen fettfreien Trockensubstanz des Körpers enthaltenen Stickstoff einwenden, dass auch diese im Laufe des Hungers verschieden zusammengesetzt sei dadurch, dass die einzelnen Organe beim Hunger in ungleicher Weise abnehmen.

Um die Berechtigung dieses Einwandes zu prüfen, kann man die Organvertheilung eines verhungerten mit der eines gut genährten Thieres vergleichen. Am besten zu verwerthen scheinen mir die Zahlen zu sein, welche Voit[1]) an Katzen gewonnen hat. Dabei ist vor allem zu berücksichtigen, dass die Organvertheilung bei dem normalen Thier bestimmt worden ist, als sich noch Fett an demselben befand, während das andere Thier durch den Hunger fast fettfrei geworden war. Um also für unseren Zweck gleiche Verhältnisse zu schaffen, berechne ich auch das Normalthier fettfrei (d. h. mit Hinweglassung des als Fettgewebe abtrennbaren Fettes). Man erhält dann für die Hauptorgane folgende Zahlen:

	100 Theile Normalthier	100 Theile Hungerthier	Differenz
Knochen .	13,8	16,2	+ 2,4
Muskeln .	49,7	47,0	— 2,7
Leber . . .	3,2	2,0	— 1,2
Haut . . .	15,3	16,5	+ 1,2
Blut	4,8	4,1	— 0,7

Die Differenzen sind nicht von wesentlichem Belang, wenn auch ein geringes Ueberwiegen des Knochengewebes und der Haut beim verhungerten Thier erkennbar ist. Es werden demnach die Relationen der einzelnen Organe beim Hunger nur wenig verändert, so dass gegen eine Verwendung des Eiweiss- oder Fleischbestandes als Ausmaass für den Umsatz kein Einwand besteht. Das allmähliche Vorwiegen der Knochen, welches auch deutlich in dem etwas höheren Procentgehalt des Hungerthieres an Trockensubstanz und Asche sich ausdrückt, dürfte noch grösser sein und wäre doch nur von geringem Einfluss, da die Knochen verhältnissmässig wenig Stickstoff enthalten.

Nach den Ermittlungen von Voit steht der Eiweissverbrauch beim hungernden Fleischfresser in enger Beziehung zu dem Bestande seines Körpers an Eiweiss, so zwar, dass täglich ein bestimmter kleiner Bruchtheil der vorhandenen Eiweissmenge zerstört wird. Er schloss aus seinen vielfachen Versuchen, dass die Masse der im

1) Voit: Ztschr. f. Biologie 1866 Bd. 2 S. 327.

Digitized by Google

Körper vorhandenen Organe oder stofflich thätigen Zellen, neben der Grösse der Eiweisszufuhr, vor allem den Eiweisszerfall bestimmt.

Um für das Kaninchen die Intensität der Eiweisszersetzung zu finden, berechne ich auf die vorher angegebene Weise die Quantität der an jedem Hungertage im Thier befindlichen stickstoffhaltigen, fettfreien Trockensubstanz oder der mittleren Stickstoffmenge im Körper und den procentigen Verlust derselben durch die Zersetzung.

Ich erhalte auf diese Weise:

Tag	mittlerer Bestand an N	% Verlust an N
Kaninchen II		
1.—3.	53,66	3,12
4.—5.	49,68	2,94
6.—9.	43,39	7,41
Kaninchen III		
1.—2.	52,22	2,87
3.—8.	47,63	2,16
9.—15.	41,37	2,19
16.—19.	34,23	7,73
Kaninchen V		
1.—7.	29,13	2,35
8.—13.	24,94	2,58
15.—18.	19,25	7,35

Am Anfang des Hungers, wohl schon mit dem zweiten Tage abschliessend, findet sich bei Kaninchen II und III eine etwas grössere Eiweisszersetzung; dieselbe rührt wohl unstreitig wie beim Fleischfresser von dem aus der vorausgehenden Nahrung stammenden Eiweiss, d. h. aus dem Vorrathe desjenigen Eiweisses, welches Voit das circulirende Eiweiss nannte, her. Schon vom dritten Tage an geht aber bei Kaninchen III der Eiweissverbrauch in fast vollkommen gleichmässiger Weise bis zum 16. Tage fort; bei Kaninchen V ist dies vom ersten Tage an der Fall. Bei den drei Thieren gehen zu dieser Periode täglich fast gleiche Bruchtheile des Gesammtstickstoffs, nämlich 2—3 % des letzteren, zu Verlust[1]). Die tägliche Eiweiss-

1) Auch für ein anderes Kaninchen (Nr. I), von 2091 g Gewicht, dessen Stickstoffausscheidung bis zum Hungertode (7 Tage) beobachtet wurde, berechnete sich ein ähnlicher procentiger Stickstoffverbauch. Das verhungerte Thier (1437,8 g schwer) gab:

Digitized by Google

zersetzung ist also in diesem Stadium äusserst gering; sie kann aber noch mehr herabgesetzt werden, wenn man dem Thiere stickstofffreie Stoffe zuführt.

Von einem bestimmten Zeitpunkt an ändert sich aber die Sache. Von 100 Theilen noch vorhandenen Eiweisses gehen jetzt nicht nur 2—3 Theile, sondern 8 Theile zu Grunde, wesentlich mehr als selbst am ersten Hungertage. Es rührt dies, wie vorher schon betont worden ist, von der Fettarmuth des Thieres her; ich werde später noch bei Betrachtung des Fettumsatzes darthun, dass zu dieser Zeit das Fett fast völlig verschwunden ist.

Für fleischfressende Thiere von annähernd dem gleichen Körpergewicht wie die Kaninchen, nämlich für die von Bidder und Schmidt sowie von Voit beobachteten Katzen, erhält man, unter der Annahme, dass die verhungerten Katzen in ihrer Trockensubstanz den nämlichen Stickstoffgehalt hatten wie meine Kaninchen, fast die gleichen Werthe; bei den Katzen betrug der tägliche Stickstoffverlust 2,44—2,55 %. Bei grossen Hunden findet sich dagegen ein geringerer täglicher Umsatz, und zwar nach den Angaben von Voit bei einem 35 kg schweren Hunde von höchstens 0,8 %.

Es ist bekannt, dass kleinere Thiere verhältnissmässig mehr Eiweiss unter sonst gleichen Umständen zerstören als grössere, und zwar, wie Voit meint, weil bei ihnen nach Vierordt's Bestimmungen auf gleiche Organmasse ein grösserer Säftestrom circulirt. Dagegen wird der relative Eiweisszerfall, wie meine Kaninchen gezeigt haben, nicht grösser, wenn ein und dasselbe Thier durch längeren Hunger bis zur Hälfte seines ursprünglichen Körpergewichtes eingebüsst hat, offenbar weil das Verhältniss zwischen Organmasse und circulirendem Eiweiss das gleiche bleibt. Es wurde im Hunger täglich zerstört:

245,1 g Trockensubstanz mit 11,47 % Stickstoff (Mittel aus der Stickstoffzahl von Kaninchen II und III)

es waren demnach im verhungerten Körper . . .	28,12 g Stickstoff
es wurden im Harn entfernt	5,22 „
also Bestand bei Beginn des Hungers	33,34 g Stickstoff
Der Stickstoffverlust in 7 Tagen betrug	15,65 %
also in 1 Tag	2,23 %.

Digitized by Google

			auf 1kg Thier Stickstoff ausgeschieden
Hund	von	33 kg	0,18
„	„	3,2	0,53
Katze	„	1,86	0,93
„	„	2,61	0,73
„	„	2,83	0,58
Kaninchen	„	2,7	0,57
„	„	2,0	0,51
Ochse	„	408	0,08

Der hungernde Pflanzenfresser zerstört demnach nahezu so viel Eiweiss wie der hungernde Fleischfresser von demselben Gewicht; nur wenn man einen grösseren Pflanzenfresser mit einem kleineren Fleischfresser vergleicht, wird man bei ersterem eine relativ geringere Zersetzung finden.

Nach der Anschauung von Voit wird beim Hunger der angegebene Bruchtheil der in den Organen abgelagerten Eiweissmenge flüssig und dann durch die Zellen zerstört, wenn er im Säftestrom gelöst den letzteren zugeführt wird.

II. Der Fettumsatz.

Die Grösse des Fettumsatzes wird bestimmt, indem man zunächst die Menge des in sämmtlichen Excreten ausgeschiedenen Kohlenstoffs ermittelt und dann die in der zersetzten eiweisshaltigen Substanz enthaltene Quantität Kohlenstoff abzieht; der Rest Kohlenstoff muss aus anderen kohlenstoffhaltigen und stickstofffreien Stoffen stammen.

Pettenkofer und Voit haben durch die Uebereinstimmung des direct vom Thier aufgenommenen Sauerstoffes mit dem zur Verbrennung des zersetzten Eiweisses und Fettes nöthigen dargethan, dass beim hungernden Fleischfresser wirklich nur diese beiden Stoffe zerlegt werden. Bei dem Pflanzenfresser könnte möglicherweise bei Beginn der Hungerreihe noch Kohlehydrat aus dem Darm aufgenommen und statt des Fettes verbrannt werden. Ich habe vorher gezeigt, dass diese nachträgliche Resorption in nicht beträchtlichem Maasse bei dem mit Milch, Brod und etwas Heu ernährten Kaninchen stattfindet; keinesfalls wirkt dieselbe über die ersten Hungertage hinaus.

Der Kohlenstoff wird beim hungernden Thier fast ganz in der Athemluft und dem Harn ausgeschieden, der Koth führt dabei nur kleine, zu vernachlässigende Mengen aus.

Digitized by Google

Die Kohlensäurebestimmung in der Athemluft geschah mittels des kleinen Voit'schen Apparates, der auf die Genauigkeit seiner Angaben geprüft ist. In fast allen Fällen blieb dabei das Thier 22 Stunden in dem Apparate; der so gewonnene Werth wurde dann auf 24 Stunden berechnet. Auf die Ausscheidung anderer kohlenstoffhaltiger Gase wie z. B. von Grubengas wurde keine Rücksicht genommen, da nach Regnault und Reiset solche Gase beim hungernden Pflanzenfresser nur in ganz geringen Spuren auftreten. Der Raum, in welchem die Thiere sich befanden, wurde stets möglichst gleichmässig auf mittlerer Zimmertemperatur gehalten.

Der Kohlenstoffgehalt des Harns ist nach einer Analyse, welche ich am dritten Hungertage im Harn eines Kaninchens ausführte, berechnet.

Ich fand in 5 ccm Harn 0,0758 g Stickstoff
und 0,06031 g Kohlenstoff,

es treffen somit auf 1 Theil Stickstoff 0,7956 Theile Kohlenstoff.

Im Harnstoff treffen auf 1 Theil Stickstoff nur 0,43 Theile Kohlenstoff.

Auch der Harn des hungernden Fleischfressers (Hundes) enthält, wie Voit[1]) früher nachgewiesen hat, mehr Kohlenstoff als dem darin vorhandenen Harnstoff entspricht, denn er fand für denselben im Mittel auf 1 Theil Stickstoff 0,7462 Theile Kohlenstoff.

Um daraus die Menge des zerstörten Fettes zu erfahren, habe ich den Stickstoff- und Kohlenstoffgehalt der fettfreien Trockensubstanz des ganzen Körpers (des Fleisches), über deren Bestimmung vorher schon berichtet worden ist, ermittelt; aus der Stickstoffausscheidung entnehme ich die Grösse des Zerfalls der stickstoffhaltigen Trockensubstanz, deren Kohlenstoffgehalt berechnet wird, und aus dem überschüssig ausgeschiedenen Kohlenstoff die des Fettzerfalls. Ich fand:

1. bei Kaninchen II nach dem Verhungern in 100 g Trockensubstanz

	38,22	g Kohlenstoff
für 2,11 g darin befindlichen Fettes sind abzuziehen .	1,61	„
	36,61 g	Kohlenstoff
100 g Trockensubstanz enthielten ferner	11,28 g	Stickstoff

also trafen in der fettfreien Trockensubstanz auf 1 Theil Stickstoff 3,25 Theile Kohlenstoff.

2. bei Kaninchen III nach dem Verhungern in 100 g Trockensubstanz

	38,18 g	Kohlenstoff
für 2,62 g darin befindlichen Fettes sind abzuziehen .	2,00	„
	36,18 g	Kohlenstoff
100 g Trockensubstanz enthielten ferner	11,65 g	Stickstoff

also trafen in der fettfreien Trockensubstanz auf 1 Theil Stickstoff 3,11 Theile Kohlenstoff.

Durch die Erschöpfung der gesammten Trockensubstanz des todten Thieres mit Aether erfuhr ich den Fettgehalt des verhungerten Thieres; da mir aber der Fettverbrauch im Thier aus der Kohlenstoffausscheidung bekannt war, so konnte ich für den ersten und jeden kommenden Hungertag leicht den Fettbestand am Körper berechnen.

---

1) Voit: Ztschr. f. Biologie 1865 Bd. 1 S. 141.

Digitized by Google

Es finden sich immer noch geringe Fettmengen im verhungerten Kaninchen; denn es gaben

100 trockener Muskel . . . 3,64 % Fett (Kaninchen I)
100 trockenes Thier . . . . 2,11 „ (Kaninchen II)
100 „ „ . . . . . 2,62 „ (Kaninchen III)

an Aether ab[1]).

Ich habe zunächst in folgender Tabelle die für 24 Stunden erhaltenen absoluten Werthe der Kohlensäure und die auf 100 Theile im Körper enthaltenen Stickstoffs treffenden Quantitäten derselben eingetragen.

Hungertag	Kohlensäure im Tag	Kohlensäure auf 100 Stickstoff im Körper
Kaninchen I[2])		
1.	38,84	—
3.	36,03	—
5.	34,70	—
7.	28,96[3])	—
Kaninchen II		
2.	44,05	82,0
6.	40,54	86,9
8.	35,76	88,9
Kaninchen III		
3.	47,86[4])	77,9 (3.–7.)
5.	36,10	
7.	31,84	
9.	30,29	69,3 (9.–15.)
10.	29,18	
12.	30,23	
13.	27,38	
14.	27,38	
15.	25,45	
16.	26,68	76,0 (16.–18.)
17.	25,98	
18.	25,46	
19.	(7,56)[5])	

Es hätte für unsere Zwecke wenig Interesse, die Bestimmungen der Kohlensäureausscheidung und der Sauerstoffaufnahme, welche

1) Das Aetherextract besteht nicht ganz aus Neutralfetten; es ist nicht völlig mit alkoholischer Kalilauge zu verseifen.

2) 23. November 1879.

3) Dauer des Versuchs während 6 Tagesstunden.

4) Dauer des Versuchs während 10 Tagesstunden.

5) Versuch bis zum eingetretenen Tode fortgeführt.

Digitized by Google

an Kaninchen und anderen kleinen Pflanzenfressern schon ausgeführt worden sind, anzugeben, da man, wie ich schon hervorgehoben habe, daraus keinen genügenden Einblick in die Zersetzungsvorgänge im Körper erhält. Es werden nämlich beim Hunger zwei Stoffe von ungleichem Kohlenstoffgehalt, Eiweiss und Fett, und zwar in sehr wechselnden Mengen zerstört, weshalb nur bei einer gleichzeitigen Berücksichtigung der Stickstoffausscheidung ein Urtheil möglich ist.

Aus diesem Grunde waren auch die in anderer Richtung und für die damalige Zeit so bedeutungsvollen Respirationsversuche von Regnault und Reiset nur wenig verwerthbar für Schlüsse über die Qualität und Quantität der im Organismus zerstörten Stoffe. Sie haben in dieser Richtung für den Pflanzenfresser nur gelehrt, dass beim Hunger weniger Sauerstoff aufgenommen und weniger Kohlensäure ausgeschieden wird als bei Nahrungsaufnahme, und dass der respiratorische Quotient abnimmt, der dann der gleiche wie bei Fleischkost wird, woraus für das fastende Thier auf die Umsetzung der eigenen Körpersubstanz, welche von derselben Natur ist wie das bei Fleischkost verzehrte Fleisch, gefolgert werden konnte. Finckler, welcher an Meerschweinchen am 1.—4. Hungertage während 2—3 Stunden den Gaswechsel bestimmte, hat dem nichts wesentlich Neues hinzugefügt; er fand allerdings trotz grossen Körperverlustes beim Hunger nur eine sehr geringe Abnahme des Sauerstoffverbrauchs, während die Kohlensäureausscheidung weit schneller absank, wodurch der respiratorische Quotient kleiner wird. Es ist jedoch nicht eine allgemeine Regel, dass der Consum von Sauerstoff beim Hunger nahezu derselbe bleibt wie bei guter Ernährung; dies ist nur dann der Fall, wenn vorher eine Nahrung mit wenig Eiweiss und genügend stickstofffreien Stoffen, eben hinreichend den Körper zu erhalten, wie es bei Pflanzenfressern nicht selten der Fall ist, aufgenommen worden ist. Dass je nach der Art und Menge der Nahrung die Sauerstoffaufnahme die beim Hunger ganz beträchtlich übertreffen kann, ist durch die Untersuchungen von Regnault uud Reiset an Kaninchen, sowie von Pettenkofer und Voit am Hund und Menschen festgestellt. Wenn Finckler aus der Abnahme des respiratorischen Quotienten entnimmt, dass bei dem gut genährten Pflanzenfresser vorzugsweise Kohlehydrate, bei Entziehung der Nahrung

Digitized by Google

das Fleisch und Fett des Körpers zerstört werden, so ist dies zwar nichts Neues, aber es ist doch daraus zu hoffen, es werde endlich einmal allgemeiner eingesehen, dass weder die Kohlensäureausscheidung noch die Sauerstoffaufnahme ein genaues Maass für den Stoffwechsel zu liefern im Stande ist. Ueber die Ursachen der Verschiedenheit des respiratorischen Quotienten hat sich Voit [1]) schon vor längerer Zeit eingehend geäussert.

Berechnet man [2]) aus der Gesammtkohlenstoffausscheidung nach dem angegebenen Verfahren den mittleren täglichen Verbrauch an Fett für das Kaninchen II und III, so ergibt sich:

Hungertag	Kohlenstoff im zersetzten Fett	Fett-verbrauch im Tag	auf 100 Stickstoff wird Fett zerstört	mittlerer Bestand an Fett	von 100 Fett werden zerstört
Kaninchen II					
2.	7,90	10,3	14,7	49,86	1,9
4.	7,95	10,3	15,8	—	—
8.	1,87	2,4	4,0	2,26	—
Kaninchen III					
3. — 8.	7,72	10,0	16,20	86,5	11,6
9. — 15.	5,7	7,4	13,77	31,9	23,2
16. — 19.	0,8	1,0	2,33	3,1	34,9

1) Voit: Ztschr. f. Biologie 1878 Bd. 14 S. 124.

2) Die Berechnung des Fettbestandes bei dem Kaninchen II am 2. Hungertag (2698 g) ist folgende:

in 285,36 g Kohlensäure	= 77,82 g	Kohlenstoff
im Harn auf 18,19 Stickstoff	= 14,74	„
im Ganzen	= 92,29 g	Kohlenstoff
im zersetzten Fleisch	= 59,12	„
also im zersetzten Fett	= 33,17 g	Kohlenstoff
Dies entspricht	43,16 g	Fett
im Thier	6,70	„
im Ganzen	= 49,86 g	Fett
	= 1,9%	Fett.

Die Berechnung des Fettbestandes bei dem Kaninchen III am 3. Hungertag ist folgende:

in 509,4 g Kohlensäure	= 138,91 g	Kohlenstoff
im Harn auf 21,28 Stickstoff	= 16,93	„
im Ganzen	= 155,84 g	Kohlenstoff
im zersetzten Fleisch	= 66,18	„
also im zersetzten Fett	= 89,66 g	Kohlenstoff
Dies entspricht	116,56 g	Fett
im Thier	6,62	„
im Ganzen	= 123,18 g	Fett
	= 5,3%	Fett.

Digitized by Google

Daraus ist ersichtlich, dass die täglich zersetzte Fettmenge im Laufe der Hungerzeit allmählich etwas abnimmt; aber bis in späte Tage fort wird immer neben Eiweiss noch Fett verbrannt. Erst mit der Zeit der gesteigerten Eiweisszersetzung fällt das fast völlige Verschwinden der Fettzersetzung zusammen. Denn man erhält für den 8. Hungertag des Kaninchens II:

Kohlenstoff in der Respiration . .	9,75 g
Kohlenstoff im Harn	2,55
im Ganzen	12,30 g
im zersetzten Fleisch	10,56
Rest Kohlenstoff im Fett . .	1,74 g
daraus Fett	2,26 g

Für die drei letzten Lebenstage des Kaninchens III berechnet sich:

16. Tag.	Kohlenstoff in der Respiration . .	7,27 g
	Kohlenstoff im Harn	2,11
	im Ganzen	9,38 g
	im zersetzten Fleisch . . .	8,27
	Rest Kohlenstoff im Fett . .	1,11 g
	daraus Fett	1,44 g
17. Tag.	Kohlenstoff in der Respiration . .	7,07 g
	Kohlenstoff im Harn	2,11
	im Ganzen	9,18 g
	im zersetzten Fleisch . . .	8,27
	Rest Kohlenstoff im Fett . .	0,91 g
	daraus Fett	1,18 g
18. Tag.	Kohlenstoff in der Respiration . .	6,94 g
	Kohlenstoff im Harn	2,11
	im Ganzen	9,05 g
	im zersetzten Fleisch . . .	8,27
	Rest Kohlenstoff im Fett . .	0,78 g
	daraus Fett	1,01 g

Für das Kaninchen I, dessen Fett nach dem Hungertode völlig verbraucht war, berechnet sich, unter der Annahme, dass die Zusammensetzung des todten Thieres wie die der Kaninchen II und III war, ein Fettgehalt des Thieres am ersten Hungertage von 3,8 %.

Bei einem normalen, wohlgenährten Kaninchen, welches nach Abzug des Harns und Kothes 1445 g wog, fand ich 104,8 Fett = 7,3 % Fett.

Digitized by Google

19. Tag[1]).	Kohlenstoff in der Respiration (während 9 Stunden)	2,062 g
	Kohlenstoff im Harn	0,656
	im Ganzen	2,718 g
	im zersetzten Fleisch	2,582
	Rest Kohlenstoff im Fett	0,136 g
	daraus Fett	0,178 g

Es werden also in den letzten Tagen, wenn der Eiweisszerfall wächst, nur mehr sehr geringe Mengen von Fett und fast ausschliesslich Eiweiss zerstört; mit diesem Ergebnisse stimmt es überein, dass sich aus den verhungerten Kaninchen nur noch Spuren von Fett gewinnen liessen. Es kann wohl nicht zweifelhaft sein, dass die Abnahme des Fettes am Körper die Ursache für den schliesslichen erhöhten Eiweisszerfall ist. Es ist eine der wichtigen Rollen, welche das Fett bei den Vorgängen im Thierkörper spielt, die Zersetzung des Eiweisses in Schranken zu halten.

Um die Intensität oder die Grösse der Fettzersetzung an den verschiedenen Tagen vergleichen zu können, habe ich dieselbe auf das für die Eiweisszersetzung schon gebrauchte Maass, nämlich auf 100 g im Körper befindlichen Stickstoffs, reducirt. Man erkennt daraus, dass auf 100 Theile Eiweissbestand bezogen anfangs der Fettzerfall, ähnlich wie der Eiweisszerfall, ziemlich gleich bleibt (Kaninchen II, 2.—4. Tag), dann aber vor Ansteigen der Eiweisszersetzung etwas abnimmt (Kaninchen III, 2.—15. Tag).

Nach den Untersuchungen von Voit wird der Verbrauch an Fett im Körper vor allem durch die nach der Eiweisszersetzung den Zellen noch übrige Kraft, Stoffe zu zerlegen, und ferner durch den Grad der Arbeitsleistung des Organismus bestimmt. Es nimmt daher entweder die Fähigkeit der Stoffzersetzung beim Hunger allmählich etwas ab, oder es hat, was mir wahrscheinlicher scheint, das hungernde Thier die Herz- und Athemmuskeln, sowie die übrigen Muskeln weniger angestrengt.

Während von dem am Körper abgelagerten Eiweiss während des Hungers geraume Zeit hindurch ein nahezu gleicher Bruchtheil

1) Am 19. Tage, dem Todestage, wurde die Kohlensäure des letzten Athemzuges noch gewonnen und ebenso sicher der Harn, welcher der Blase entnommen wurde, erhalten.

Digitized by Google

zerstört wird, ist dies für das Fett nicht der Fall. Es verringert sich nämlich die Menge des Fettes im Körper, wegen der ziemlich gleichmässigen Zersetzung desselben, von Tag zu Tag, so dass von dem im Organismus befindlichen Fettvorrathe ein immer grösserer Theil verbrannt wird, z. B. beim Kaninchen III in der ersten Woche im Mittel gegen 12 %, in der zweiten Woche 23 %.

Der Gehalt der Kaninchen an Fett bei Beginn der Hungerzeit ist nicht gross. Das Kaninchen III (2341g) enthielt 123,2g = 5,3 % Fett, das Kaninchen II (2698g) 49,9g = 1,9 %, das Kaninchen I (2091g) 79,5g = 3,8 %. Das Kaninchen V (1506g mit und 1414g ohne Fell wiegend) enthielt bei Beginn des Hungers 107,0g = 7,56 % Fett, worüber bei einer anderen Gelegenheit näher berichtet werden soll; ein eben vom Futtertrog weggenommenes Thier 104,8g = 7,3 %. Daraus wird ersichtlich, warum die fettreicheren Kaninchen III und V den Hunger während 19 Tagen ertrugen, das schwerere, aber fettarme Kaninchen II nur während 9 Tagen.

Kleine Kaninchen gehen unter sonst gleichen Verhältnissen eher zu Grunde als die grösseren, da sie relativ mehr Eiweiss zersetzen und absolut weniger Fett besitzen, das dann rascher verbraucht ist. Schwache fettarme Thiere gehen darum in wenigen Tagen bei der Inanition zu Grunde. Ich kann z. B. angeben, dass ein Lapin von 2029g Gewicht am 15. Hungertag nach einem Verlust von 38 % der Körpersubstanz verendete; ein deutsches Kaninchen von 1261g Gewicht hielt den Hunger nur 7 Tage aus und erlag nach einem Verlust von 42 % des Körpergewichts.

Das Fett ist im Vorrath in gewissen Reservoiren, im Unterhautzellgewebe, im Gekröse, um die Nieren etc. abgelagert. Wir müssen uns vorstellen, dass auch in den Säften, in welchen das Verbrauchsmaterial für die Zellen enthalten ist, immer eine gewisse, dem Vorrathe entsprechende Menge von Fett enthalten ist, welches nach der Zerstörung aus jenen Reservoiren immer wieder ergänzt wird. So lange also in letzteren noch Fett vorhanden ist, findet sich für die Zellen kein eigentlicher Mangel an Fett und wird dasselbe in ziemlich gleich bleibender Menge durch die Zellen zersetzt. Sinkt das Fett in den Reservoiren und den Säften unter eine bestimmte Grenze herab, dann tritt wegen Fettmangels die Erhöhung des Eiweisszerfalls ein.

Digitized by Google

Es ist von Interesse, die Frage aufzuwerfen, wieviel zu diesem Zeitpunkte mehr Eiweiss und wieviel weniger Fett zersetzt wird. Zu dem Zwecke vergleiche ich die mittleren Werthe des 14. und 15. Hungertags bei Kaninchen III, an welchen noch Fett zerstört wurde, mit denen des 16. und 17. Hungertages, wo viel Eiweiss und nur mehr sehr geringe Mengen von Fett in Zerfall geriethen. Man erhält dabei, auf 100g im Körper vorhandenen Stickstoffs als Einheit bezogen, folgende Werthe[1]):

14. u. 15. Tag auf 100 Stickstoff am Körper 2,19 Stickstoff verbraucht und
13,82 Kohlenstoff aus Fett
16. u. 17. Tag auf 100 Stickstoff am Körper 7,44 Stickstoff verbraucht und
2,89 Kohlenstoff aus Fett
Differenz: + 5,25 Stickst. u. −10,93 Kohlenst. aus Fett

d. h. es sind statt 10,93g Kohlenstoff, welche früher aus der Zerlegung von 14,21g Fett[2]) den Körper verliessen, 5,25g Stickstoff mehr verbraucht worden, welche mit 16,33g Kohlenstoff in 32,8g stickstoffhaltiger Trockensubstanz[3]) verbunden waren.

Statt 43,31g Fett sind demnach 100g stickstoffhaltige Trockensubstanz zersetzt worden. Es wäre denkbar, dass statt 43,31g Fett

1) a) am 14. und 15. Tag:
Stickstoff am Körper 41,37g, Stickstoff verbraucht 0,91g = 2,19% (9.—16. Tag)
mittlere Kohlensäureausscheidung 27,12g = 7,39g Kohlenstoff
im Harn . . . . 0,73 "
im Ganzen ausgeschieden . 8,12g Kohlenstoff
im zersetzten Fleisch . . . 2,87 "
im zersetzten Fett . . . . 5,25g Kohlenstoff
Fett zersetzt 6,82g
Auf 100 Stickstoff am Körper treffen 13,82 Kohlenstoff aus Fett.

b) am 16. und 17. Tag:
Stickstoff am Körper 35,55g, Stickstoff verbraucht 2,646g = 7,44%
mittlere Kohlensäureausscheidung 26,31g = 7,17g Kohlenstoff
im Harn . . . . 2,11 "
im Ganzen ausgeschieden . 9,28g Kohlenstoff
im zersetzten Fleisch . . . 8,23 "
im zersetzten Fett . . . . 1,05g Kohlenstoff
Fett zersetzt 1,37g
Auf 100 Stickstoff am Körper treffen 2,89 Kohlenstoff aus Fett.

2) Im Fett sind 76,5% Kohlenstoff.

3) In der fett- und aschefreien Trockensubstanz waren 16,00% Stickstoff, also entspricht 1g Stickstoff 6,25g stickstoffhaltiger Trockensubstanz.

Digitized by Google

diejenige Menge von Eiweiss in Zerfall geräth, aus welcher 43,31g Fett entstehen.

Man kann nun nach Henneberg's Vorgang berechnen, wieviel Fett im Maximum 100g der stickstoffhaltigen Trockensubstanz zu liefern im Stande sind. Man hätte dabei folgende Zahlen:

	C	H	N	O
in 100 fett- u. aschefreier Trockensubstanz[1])	49,7	6,6	16,00	27,7
dem N entspricht Harn[2]) mit	11,9	2,9	16,00	15,8
Rest	37,8	3,7	0	11,9
in 49,4 Fett	37,8	5,9	0	5,7
Rest	0	— 2,2	0	+ 6,2
2,2 H geben 19,8 Wasser		+ 2,2		+ 17,6
	0	0	0	+ 23,8

Der Rest von 23,8 Sauerstoff oxydirt 15,3g stickstoffhaltige Trockensubstanz; es liefern unter diesen Annahmen also 115,3 der letzteren 49,4g oder 41,5 % Fett.

Es ist höchst auffallend, dass statt 100 Theilen stickstoffhaltiger Trockensubstanz 42,7 Theile Fett zersetzt werden und aus ersterer 41,5 Theile Fett möglicherweise entstehen können. Darnach gewinnt es den Anschein, als ob sich Eiweiss und Fett in diesen Quantitäten

---

1) 100 stickstoffhaltige Trockensubstanz enthalten:

Asche	24,78
Fett	2,62
Stickstoff	11,62
Kohlenstoff . . .	38,18
Wasserstoff . . .	5,14
Sauerstoff	20,28

oder 100 Theile fett- und aschefreier Trockensubstanz:

Kohlenstoff	49,7
Stickstoff	6,6
Wasserstoff . . .	16,0
Sauerstoff	27,7

2) Für die elementare Zusammensetzung des organischen Theils des Harns wurde die von Voit für den hungernden Hund erhaltene Mittelzahl angenommen:

Kohlenstoff . . .	25,5
Wasserstoff . . .	6,4
Stickstoff	34,4
Sauerstoff	33,7
	100,0

Digitized by Google

äquivalent sind und als ob das Eiweiss diejenige Menge von Fett vertritt, die aus ihm zu entstehen vermag.

Bei der Vertretung von Fett durch Eiweiss muss mehr Kohlenstoff verbraucht werden, denn es haben 16,33g Kohlenstoff in der stickstoffhaltigen Trockensubstanz 10,93g Kohlenstoff in dem Fett ersetzt, welche Zahlen sich wie 149:100 verhalten. Von dem Kohlenstoff des zersetzten Eiweisses geht aber ein Theil im Harn weg, und zwar von den 16,33g Kohlenstoff der zerstörten stickstoffhaltigen Trockensubstanz 4,28g (auf 1 Theil Stickstoff 0,7956 Theile Kohlenstoff), so dass 12,05g Kohlenstoff in dem Athem abgegeben werden können, während aus der Fettzersetzung nur 10,93g Kohlenstoff für die Respiration zur Verfügung stehen; diese Zahlen verhalten sich wie 100:91. Die ausgeschiedenen Kohlensäuremengen in der Eiweissperiode verhielten sich zu denen in der Fettperiode in Wirklichkeit wie 100:90. Die erhöhte Eiweisszersetzung muss sich also durch eine erhöhte Kohlensäureausscheidung zu erkennen geben, während der Sauerstoffverbrauch dadurch nicht geändert wird, denn wir haben zu verbrennen:

	C	H	O
im stickstofffreien Rest der Trockensubstanz .	37,8	3,7	11,9
11,9 Sauerstoff oxydiren	—	1,5	11,9
Rest	37,8	2,2	0

somit bleiben 37,8 Kohlenstoff = 100,5 O
2,2 Wasserstoff = 17,6 „
Summe = 119,1 O

43,31g Fett haben aber 122,5 Sauerstoff zur Verbrennung nöthig, so dass die Mengen des verbrauchten Sauerstoffs nur wenig differiren.

Es ist schon von Voit[1]) hervorgehoben worden, dass kleine Thiere zwar verhältnissmässig mehr Eiweiss in Folge der grösseren Säfteströmung zersetzen, aber die Fettzerstörung ziemlich gleich bleibt und nur dann wächst, wenn die kleinen Thiere sehr viel sich bewegen, wie z. B. die Ratten. Die relativ grössere Kohlensäureausscheidung und Sauerstoffaufnahme bei kleinen Thieren kommt also zumeist auf Rechnung des grösseren Eiweisszerfalls. Das Kaninchen verhält sich in dieser Beziehung ebenso, wie die folgende Tabelle ergibt:

1) Voit: Handb. d. Physiologie Bd. 6 S. 88.

Digitized by Google

	Körpergewicht	Fleischverbrauch auf 1 kg	Fettverbrauch auf 1 kg
Hund 6. Hungertag	31,2	5,6	3,43
„ 10. „	30,1	5,1	2,76
Hund 1. Hungertag	18,2	10,5	3,30
„ 3. „	17,2	7,6	3,70
Katze —	1,86	27,1	4,10
„ —	2,83	16,9	3,61
Kaninchen 4.—5. Hungertag . . .	2,56	17,0	4,00
„ 3.—8. „ . . .	2,09	15,0	4,78

Diese Zahlen lassen sich deuten unter der von Voit aus seinen Versuchsergebnissen gemachten Annahme, dass das Eiweiss als am leichtesten zersetzliche Substanz zunächst in den Zerfall gezogen wird und die Grösse der Zersetzung desselben abhängig ist von der Quantität des den Zellen in der Saftströmung zugeführten gelösten Eiweisses und von der Masse der stofflich thätigen Zellen. Ist dadurch die Kraft der Zellen, Stoffe zu zerstören, noch nicht verbraucht, so wird erst das Fett in Angriff genommen. Das letztere sollte daher unter sonst gleichen Verhältnissen bei reichlichem Eiweissverbrauch in geringerer Menge verbrannt werden. Dies ist auch in der That der Fall; da aber zumeist bei kleinen Organismen die Thätigkeit der Athem- und Herzmuskeln, sowie auch der übrigen Muskeln verhältnissmässig grösser ist, so nimmt dadurch die Zerstörung des Fettes entsprechend etwas zu, aber lange nicht in dem Grade wie die des Eiweisses unter dem Einflusse der intensiveren Saftströmung.

Digitized by Google

Antwort

auf Prof. E. Pflüger's „Zweiten kritischen Beitrag zur Titration des Harnstoffs".

Von

Dr. Max Gruber.

Prof. Pflüger hat sich zu einem zweiten Angriffe betreffs der Titrirung des Harnstoffs hinreissen lassen. Ich bin dadurch gezwungen, nochmals auf diesen Gegenstand zurückzukommen, werde mich aber bei der Entkräftung der in Pflüger's Schrift[1]) enthaltenen, scheinbar sachlichen Einwände möglichst kurz zu fassen suchen.

Unter vielem Irrthümlichen und Missverstandenen findet sich in der ersten Abhandlung Pflüger's[2]) über die Titration des Harnstoffs als Kern die zutreffende Angabe, dass innerhalb gewisser Grenzen der Punkt des Eintrittes der Endreaction von dem Punkt der vorhergehenden Neutralisation der Gesammtflüssigkeit abhänge und dass man daher zur Vermeidung grosser Fehler die Flüssigkeit erst nach Zusatz der grössten Menge der nöthigen Quecksilberlösung und zwar nur einmal neutralisiren dürfe, oder, wie ich es zweckmässiger als praktische Regel formulirt habe, dass man die Titrirung so oft unter immer späterem Neutralisiren wiederholen müsse, bis der Endpunkt constant geworden ist.

Durch eine kurze Auseinandersetzung der im hiesigen Laboratorium üblichen Art der Harnstofftitrirung hatte ich gezeigt[3]), dass die von Pflüger mit Recht betonte Fehlerquelle uns nichts völlig

1) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 25 S. 292.
2) ebd. Bd. 21 S. 248.
3) Ztschr. f. Biologie Bd. 16 S. 198.

Digitized by Google

Neues war und dass und wie die aus ihrer Nichtbeachtung entspringenden Fehler von uns vermieden werden. In seinem darauffolgenden ersten Angriffe[1]) hatte Pflüger zu beweisen gesucht, dass das von mir beschriebene Verfahren gar keine Aehnlichkeit mit dem seinigen besitze und ganz fehlerhaft sei.

Die Berechtigung dieses Angriffes habe ich bereits genügend gekennzeichnet. Durch einen ausführlichen Commentar meiner ersten Beschreibung habe ich die zahlreichen „Missverständnisse" Pflüger's aufgedeckt, die Uebereinstimmung unseres Verfahrens mit dem seinigen in dem einzig wesentlichen Punkte bewiesen. Ferner habe ich die übertriebenen Angaben Pflüger's über die Ungenauigkeit des bisherigen Verfahrens auf das richtige Maass zurückgeführt und klar gelegt, dass seine übrigen neuen Cautelen und Correcturen unwesentlich oder unbrauchbar sind.

Es freut mich, dass Pflüger heute selbst das Unberechtigte seines ersten Angriffes einsieht. Er erklärt diesmal selbst[2]), dass unser Verfahren der Titrirung nur durch die Anwendung concentrirter Sodalösung von seinen Angaben abweiche, was ich von Anfang an behauptet hatte.

Pflüger theilt seine Polemik in vier Abschnitte. Ich will sie der Reihe nach besprechen.

I. Er sagt, meine Titrirungen nach seiner Methode[3]) könnten nichts gegen deren Genauigkeit beweisen, da sie nur nach einer verschlechterten Modification derselben ausgeführt seien. Die einzige Abweichung bestand nun bei meinen Titrirungen darin, dass meine Mercurinitratlösung etwas saurer war als die von ihm verwendete. Pflüger hebt hervor, dass hierdurch die Abweichungen von seinen Resultaten zu erklären sein dürften. Ich habe bereits dieselbe Vermuthung ausgesprochen, zugleich aber darauf hingewiesen, dass die völlige Unbrauchbarkeit von Pflüger's Correcturformel feststünde, wenn sie nur für einen ganz bestimmten Säuregehalt der Titerlösung gültig wäre, da es zu den mühseligsten Arbeiten gehörte, eine Quecksilberlösung von stets gleichem Säuregrade herzustellen. Ich

1) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 23 S. 127.
2) a. a. O. S. 298.
3) Ztschr. f. Biologie Bd. 17.

Digitized by Google

habe ferner gezeigt, dass die Abweichungen meiner Resultate von denen Pflüger's nur dann gross sind, wenn man in seiner verfehlten Weise die bei der Titerstellung selbst erforderliche Correctur nicht anbringt. Wird auch hierbei, wie es geschehen muss, corrigirt, so reduciren sich die von mir gefundenen Fehler auf 0,33—1,25%, während ich gezeigt habe, dass Pflüger's eigene Titrirungen Fehler von 0,5—0,7% aufweisen. Es ist also nicht richtig, dass ich zu wesentlich anderen Resultaten als Pflüger gekommen sei, und es ist unmöglich, dass Pflüger die Fiction der Vollkommenheit seiner Methode aufrecht hält, nachdem ich das Fehlerhafte und Unlogische seiner Art zu corrigiren unwiderleglich bewiesen habe.

II. Pflüger beschwert sich darüber, dass ich das, was er entdeckt habe, nämlich die „stetige" Methode der Titrirung, Hoppe-Seyler oder Voit zuschriebe. Das habe ich nicht gethan. Hoppe-Seyler habe ich etwas Anderes vindicirt. Es kann keinem Zweifel unterliegen, wie auch meine Titrirungen dargethan haben, dass die Resultate der Titrirung reiner Harnstofflösungen viel genauer ausfallen, wenn die Gesammtflüssigkeit neutralisirt wird (abweichend von Liebig oder Neubauer). Ich habe in der Literatur nicht finden können, von wem die erste diesbezügliche Angabe herrühre. Dagegen gibt Hoppe-Seyler schon in den ersten Auflagen seiner Physiol.-chem. Analyse diese Vorschrift, und ich vermuthe daher, dass er selbst sich durch Versuche von den Vorzügen dieser Modification überzeugt habe. Daher habe ich diese Modification nach ihm benannt. Die Entdeckung der „stetigen Titrirung" aber habe ich weder speciell Hoppe-Seyler noch speciell Voit zugeschrieben, sondern jedem aufmerksamen und intelligenten Beobachter, und meine Meinung geht dahin, dass dieselbe alljährlich gemacht wurde und gemacht wird. Zum Belege hierfür verweise ich nochmals auf den Studenten H. Oppenheim, der Pflüger's Methode nicht kannte und unabhängig von diesem die Fehlerquelle der zu frühen Neutralisation fand und zu vermeiden lernte.

Es könnte auffallen, dass bisher Niemand über die „grossen Unterschiede" ein Wort verloren hat, die zwischen den einzelnen Titrirungen nach dem Neutralisiren zu verschiedenen Zeiten sich einstellen. Darauf ist jedoch zu bemerken, dass diese Unterschiede

Digitized by Google

nur dann gross und auffällig werden, wenn man sehr weit vom richtigen Endpunkte ab neutralisirt. Nach Pflüger's eigenen Angaben z. B. erscheint bei der Titerstellung einer Quecksilberlösung mit dem von Liebig vorgeschriebenen Gehalte bei Neutralisation nach Zusatz von 18 ccm der Endpunkt bei 19,6 statt bei 20,0, also nur um 0,4 ccm zu früh, obwohl man 2 ccm vom Endpunkte abgewichen war. Da man aber sowohl bei der Titerstellung einer Mercurinitratlösung als bei der Titrirung von Harnen nach Maassgabe des specifischen Gewichts mit dem Zusatze der Titerflüssigkeit sogleich möglichst nahe an den wahrscheinlichen, richtigen Endpunkt herangeht, so betragen die gewöhnlich beobachteten Differenzen nur wenige Zehntel, die ungezwungen aus der ungleichen Anzahl der Tüpfelproben erklärlich schienen. Dass diese Erklärung thatsächlich nicht ausreicht, hat Pflüger gefunden. Er war aber nicht im Stande, die beobachteten Erscheinungen richtig zu deuten.

III. Ich habe an der Hand von Liebig's Abhandlung bewiesen, dass Liebig weder bei der Titerstellung noch bei den Titrirungen die Gesammtflüssigkeit neutralisirte, und habe den Gedankengang und das Verfahren Liebig's klar gelegt. Trotzdem bleibt Pflüger bei seiner früheren irrthümlichen Ansicht. Wer kann den überzeugen, der sich nicht überzeugen lassen will? Ich habe aber durch Versuche gezeigt, dass Liebig mit seiner Ueberlegung, dass alle jene Vorgänge, die in der Gesammtflüssigkeit ablaufen, unter gleichen Bedingungen auch in wenigen Tropfen vor sich gehen müssen, Recht hatte, wie man es a priori mit Nothwendigkeit schliessen musste, und dass es nur darauf ankommt, in der richtigen Weise die Tüpfelprobe vorzunehmen, um auch ohne Neutralisation mit den Angaben Liebig's übereinstimmende Werthe zu erhalten.

Jedermann kann sich durch folgenden Versuch sofort davon überzeugen, welch ausserordentlichen Einfluss die Art der Probenvornahme auf den Eintritt der Endreaction hat. Man titrire mit einer Mercurinitratlösung beliebigen Gehaltes eine Harnstofflösung nach Neubauer, bis bei Apposition der Sodalösung intensive Orangefärbung eingetreten ist. Nun mische man mehrere neue Tropfen (5—10) genau in der von mir beschriebenen Weise mit

Digitized by Google

derselben Sodalösung. Man wird finden, dass der Zusatz von mehreren weiteren Cubikcentimetern erforderlich ist, um in dieser Probe diffuse Gelbfärbung hervorzurufen.

Pflüger sagt, ich hätte ein kurzes Gedächtniss, da ich selbst erst vor kurzem Nowak gegenüber ausgesprochen hätte, Liebig habe bei den Titrirungen die Gesammtflüssigkeit neutralisirt. Mein citirter Ausspruch bezieht sich aber nicht auf die Titrirungen, wie sich sofort ergibt, wenn man den dem citirten Satze unmittelbar vorhergehenden liest. Liebig hat die gesammte Probeflüssigkeit nur ein einziges Mal neutralisirt, nämlich damals, als er das Princip seiner Methode rechtfertigen wollte. Er gibt bei Besprechung dieser Versuche (S. 19 des Sonderabdrucks) ausdrücklich an, dass er neutralisirt habe. Nur unter dieser Bedingung ist der Niederschlag in der von ihm angegebenen Weise zusammengesetzt und im Filtrate kein Harnstoff zu finden. Nowak war also keinesfalls berechtigt, aus seinem Versuche, bei welchem er nach Neubauer ohne Neutralisiren titrirte, nach Eintritt der Endreaction filtrirte, im Filtrate Harnstoff und den Niederschlag von abweichender Zusammensetzung fand, zu schliessen, dass das Princip der Liebig'schen Methode falsch sei. Hierauf bezogen sich meine von Pflüger citirten Worte[1]).

Wenn Nowak in der von ihm befolgten Weise, nach einer Titrirung, die Richtigkeit von Liebig's Methode prüfen wollte, dann hätte er den neutralisirten Probetropfen analysiren müssen. Denn das unterscheidet, wie ich gezeigt habe, die Liebig'sche Harnstofftitrirung von allen andern Tüpfelanalysen (und das macht sie auch ungenauer), dass erst in der entnommenen Probe die Reaction durch das Neutralisiren zu Ende geführt und zugleich der Eintritt des Endes indicirt werden muss, während bei allen andern Tüpfelanalysen — so auch bei der Hoppe-Seyler'schen Modification — die Reaction bereits beendet ist, wenn der Probetropfen entnommen wird.

---

1) Im Uebrigen gestehe ich zu, dass mir, trotz des klaren Wortlautes von Liebig's Abhandlung, erst dann zur Gewissheit wurde, dass Liebig bei den Titrirungen nicht neutralisirt habe, nachdem ich Liebig's Verfahren der Probenvornahme wieder aufgefunden hatte.

Digitized by Google

Da aber die geringe Menge der Probe ihre Analyse verbietet, so muss man zur Prüfung der Richtigkeit des Princips der Methode ausnahmsweise die gesammte Mischung neutralisiren. Dies ist die einfache Erklärung, warum auch Liebig in diesem Falle neutralisirte, während er bei den eigentlichen Titrirungen stets ohne zu neutralisiren titrirte. Pflüger wird aus der Reaction von Mercurinitrat und Harnstoff noch ein wahres chemisches Unicum und Monstrum gestalten. Ich will daher nochmals auf die einfache Erklärung aller der sonderbaren Erscheinungen, die Einem bei den verschiedenen Modificationen des Verfahrens vorkommen, hinweisen, welche ich schon letzthin gegeben habe.

Nicht die mangelnde Neutralisation bei dem Verfahren Neubauer's, nicht die zu frühe Neutralisation bei den Modificationen von Hoppe-Seyler und Pflüger an und für sich bewirken das zu frühe Eintreten der Endreaction. Dies geschieht nur unter der Bedingung, dass man in der gewöhnlichen Weise, ohne zu mischen, die Probe vornimmt. Die Ursache des zu frühen und wechselnden Eintrittes der Endreaction ist nicht, wie Pflüger zum Staunen aller Chemiker glaubt, die Bildung von stets anderen Verbindungen von Harnstoff, Quecksilber und Salpetersäure [1]), die dann jedesmal unfähig sein sollen, sich mit mehr Quecksilberoxyd zu verbinden; sondern die Ursache liegt einzig darin, dass sich bei rascher Einwirkung eines bedeutenden Ueberschusses von Sodalösung auf den Probetropfen leicht basisches Quecksilbersalz oder auch Quecksilberoxyd bildet, bevor noch der Harnstoff das Maximum von Quecksilber, das er zu binden vermag, aufnehmen konnte, und dass das einmal ausgeschiedene basische Quecksilbersalz nicht mehr weiter reactionsfähig ist.

Man sieht also, es geht mit natürlichen Dingen zu. Es ist ja bei Titeranalysen mit Indicator, z. B. besonders auffallend bei der Volhard'schen Chlortitrirung, eine alltägliche Beobachtung, dass die Indication in einem Theile der Flüssigkeit, oft auch anscheinend

1) Obwohl die Niederschläge natürlich so lange ihre procentische Zusammensetzung ändern müssen, so lange nicht das Maximum von Quecksilber, das der Harnstoff zu binden vermag, gebunden ist. Sie sind bis dahin eben wechselnde Gemische einer Verbindung mit wahrscheinlich 3 und einer solchen mit 4 Aequivalenten Quecksilberoxyd.

Digitized by Google

in der ganzen Flüssigkeit, weit vor Beendigung der Reaction auftritt, wenn man nicht für genügende Mischung Sorge trägt. So ist's also auch bei der Liebig'schen Methode. Der einzige unangenehme Unterschied ist nur der, dass bei den übrigen Methoden ein leichtes Umrühren genügt, um die Indication verschwinden zu machen, so lange nicht das wirkliche Ende erreicht ist, während bei Liebig's Verfahren die einmal gebildete indicirende Verbindung sich nicht mehr oder nur in geringem Maasse umsetzt und verschwindet. Wie ich schon früher gezeigt habe, lassen sich auf diese Weise alle Erscheinungen erklären, und Pflüger wird mit weiteren chemischen Versuchen lediglich meine Erklärung bestätigen können. Ihre Richtigkeit dürfte einem Chemiker schon heute nicht zweifelhaft sein.

IV. a) In meiner Abhandlung über die Ausscheidungswege des Stickstoffs habe ich angegeben, dass und warum ich das zu verfütternde Fleisch, anders als bisher im hiesigen Laboratorium üblich präparirt und analysirt habe. Alle Fleischproben, die in dieser Weise präparirt wurden, hatten einen höheren Stickstoffgehalt als der hier angenommenen Mittelzahl (3,4 %) entsprechen würde.

Ich hatte dies so gedeutet, dass bei meiner Präparationsmethode das Fleisch mehr Wasser verloren habe und dadurch stickstoffreicher geworden sei. Die Stickstoffzahlen des trockenen Fleisches (14,68 bis 15,28 %) lagen innerhalb der von Voit gefundenen Schwankungen (13,29 — 16,15 %).

Der eine Versuchshund, der mit solchem in der neuen Weise präparirten Fleische gefüttert wurde, schied mehr Harnstoff und Stickstoff aus, als sonst bei Fütterung mit einem gleichen Gewichte Fleisch beobachtet wird. Pflüger drückt dies so aus: die Hunde im hiesigen Laboratorium schieden — seit Bekanntwerden seiner Methode — 6 % Harnstoff mehr aus. Diese Darstellung ist unrichtig. Nur jene Hunde, die in der neuen Weise präparirtes Fleisch erhalten, scheiden mehr Harnstoff resp. Stickstoff aus; bei den übrigen werden auch heute noch dieselben niedrigen Zahlen erhalten wie früher. Pflüger verschweigt dabei jene Versuchsreihe[1]), welche den Beleg liefert, dass nicht eine Veränderung in der Titrirung des Harnstoffs, sondern die abweichende Zusammensetzung des

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 16 S. 408.

Digitized by Google

Fleisches die Ursache der bei meinem Versuchsthiere beobachteten erhöhten Harnstoffausscheidung ist, welche Reihe ich in richtiger Würdigung der Kampfweise Pflüger's veröffentlicht hatte, um diesem Einwande zuvorzukommen.

IV. b) Pflüger sagt, ich hätte an einer Reihe von Hunden den Nachweis des Stickstoffgleichgewichtes führen wollen, dies sei mir jedoch nur bei einem Thiere gelungen, bei den anderen hätte ich ein Stickstoffdeficit beobachtet. Auch diese Darstellung ist unrichtig. Nicht an einer Reihe von Hunden, sondern an einem Hunde mit regelmässiger Harnentleerung wollte ich das Stickstoffgleichgewicht demonstriren. Ich habe daher mehrere Versuche, die ich an anderen Hunden begonnen hatte, gar nicht durchgeführt, sobald ich sah, dass die Harnentleerung unregelmässig sei. Der Grund meines Verfahrens ist ja leicht einzusehen.

Man könnte allerdings auch bei Hunden mit unregelmässiger Harnentleerung den Beweis des Stickstoffgleichgewichtes führen, wenn man die Bilanz für sehr lange Beobachtungsreihen im Ganzen ermittelte. Da aber bei der Unregelmässigkeit der täglichen Stickstoffausscheidung (die bei solchen Thieren sehr beträchtlich sein kann) das Stimmen der Hauptsummen bis zu einem gewissen Grade auch zufällig sein könnte, so wäre eine grosse Zahl solcher Versuchsreihen nöthig. Ich hätte z. B. 17 anstellen müssen, um denselben Grad der Wahrscheinlichkeit des Stickstoffgleichgewichtes zu erreichen, den ich durch die 17 Versuchstage, von denen jeder für sich beweisend ist, erlangt habe.

Der ausserordentlichen Wahrscheinlichkeit, die unter den obwaltenden Umständen eine 17malige annähernde Gleichheit von Ein- und Ausfuhr für die Ausscheidung des Gesammtstickstoffs in den sensibeln Excreten beibringt, bleibt Pflüger verschlossen; er ignorirt das Stimmen der Schwefelbilanz, aber die Gewichtsabnahme des Thieres um 940^{g} scheint ihm bedenklich. Ist ihm meine Auseinandersetzung über die Wahrscheinlichkeit einer Wasserabgabe des Thieres unverständlich geblieben? Oder hält er es nicht für möglich, dass das Thier Fett verloren habe? Man muss sich doch vergegenwärtigen, dass der Thierkörper ca. 60 % Wasser, 18 % Fett und nur 6 % Eiweiss und 9 % leimgebende stickstoffhaltige Substanz enthält.

IV. c) Meine Angabe, dass man bei Schneider's Modification der Dumas'schen Stickstoffbestimmung durch eine einzige richtige Analyse den Stickstoffgehalt einer Substanz auf hundertel Procent genau (d. h. der Fehler beträgt nicht ein ganzes Zehntel) erfahren könne, halte ich trotz der Verwunderung Pflüger's aufrecht. Insbesondere gilt dies für nicht sehr stickstoffreiche Körper, von denen man grössere Mengen (mindestens 0,3g) verbrennen kann. Muss man weniger zur Analyse nehmen, so wird der procentige Fehler natürlich etwas grösser, da der absolute stets ziemlich gleich gross bleibt.

Wenn aber Pflüger meinem Satze die Wendung geben will, als ob ich hätte sagen wollen, man brauche nur eine einzige Analyse auszuführen, so weise ich dies unter einfacher Hindeutung auf meine Arbeiten zurück. —

Hiermit sind alle Einwände Pflüger's erledigt. Er hat bisher nichts Stichhaltiges gegen die Richtigkeit meiner Untersuchungen vorgebracht.

Da Pflüger keinesfalls so bald aufhören dürfte zu querelliren, so erlaube ich mir die fernerstehenden Fachgenossen darauf aufmerksam zu machen, dass der Grad der Genauigkeit der Titrirung reiner Harnstofflösungen innerhalb gewisser Grenzen etwas für die Resultate der Stoffwechselversuche ziemlich Gleichgültiges ist. Die Richtigkeit der hiesigen Forschungsergebnisse steht und fällt mit der Genauigkeit der Stickstoffbestimmungen in Ein- und Ausfuhr. Denn erstens wurde bei den wichstigsten Untersuchungen entweder der Stickstoff direct ermittelt oder deren Ergebnisse durch spätere Wiederholungen unter Anwendung der directen Methoden bestätigt, und zweitens wurden schon von Voit und später die Harnstofftitrirungen im Allgemeinen durch directe Stickstoffbestimmungen controlirt und der Grad ihrer Genauigkeit festgestellt. Von der Richtigkeit der directen Stickstoffbestimmungen hängt also alles ab. Ich habe aber bereits bewiesen, dass die hier üblichen Methoden der Stickstoffbestimmung in Ein- und Ausfuhr durchaus zuverlässig sind, und hieran wird Pflüger nicht rütteln können.

Digitized by Google

Schlussbemerkung.

Nachdem Pflüger[1]) (1872) in Folge seiner Untersuchungen über die Diffusion des Sauerstoffs zu der von mir[2]) (1870 und 1871) auf Grund meiner Arbeiten über den Stoffwechsel schon früher und zuerst ausgesprochenen Vorstellung gekommen war, dass der Modus der Respiration nicht die im Organismus verbrauchte Sauerstoffmenge regulirt, suchte er diesen Satz, weil er ihn noch nicht über allen Widerspruch erhaben hielt, durch directe Experimente zu beweisen. Seine Schüler Finckler und Oertmann[3]) verglichen zu dem Zweck bei Kaninchen die Sauerstoffaufnahme und die Kohlensäureausscheidung während sehr ausgiebiger künstlicher Ventilation mit der während selbständiger Athmung der Thiere durch Ventile und fanden dabei in der That weder eine Aenderung des Sauerstoffverbrauchs noch der Kohlensäurebildung. Dem schienen nun nach Pflüger's Meinung die Resultate einer Arbeit im Wege zu stehen, die ich früher mit Lossen[4]) angestellt habe, wobei sich am Menschen eine beträchtliche und dauernde Vermehrung der Kohlensäureabgabe durch tiefere und zahlreichere Athemzüge ergeben hatte. Er[5]) griff daher diese Arbeit heftigst an, warf ihr allerlei Mängel vor und sprach aus, dass die Werthe, aus denen wir unsere Schlüsse ableiteten, in die Beobachtungsfehler fallen d. h. die Athemmechanik keinen Einfluss auf die Grösse des Gesammtstoffwechsels besitze.

In demselben Jahre veröffentlichte Pflüger[6]) einen Aufsatz unter dem Titel: „Herr Professor Carl Voit und die Beziehung der Athembewegungen zu dem Stoffwechsel“, in welchem er mich beschuldigt, dass die von mir gemachten Ansprüche auf die Erkenntniss der Beziehungen zwischen Stoffwechsel und Athembewegungen unberechtigt seien und dass ich urplötzlich die richtigen durch ihn zwei Jahre früher festgestellten Ansichten entwickelt hätte, und in

1) Arch. f. d. ges. Physiol. 1872 Bd. 6 S. 52.

2) Ztschr. f. Biologie 1870 Bd. 6 S. 389 u. 390; 1871 Bd. 7 S. 197, 455 494 u. 495; 1872 Bd. 8 S. 383.

3) Arch. f. d. ges. Physiol. 1877 Bd. 14 S. 38.

4) Ztschr. f. Biologie 1866 Bd. 2 S. 244.

5) Arch. f. d. ges. Physiol. 1877 Bd. 14 S. 12—37.

6) ebd. S. 630.

Digitized by Google

welchem er ausserdem ohne weitere Begründung behauptet, dass die Respirationsuntersuchungen von Pettenkofer und mir für den Sauerstoff, das Wasser, das Sumpfgas und den Wasserstoff mit wahrhaft riesigen Fehlern, wofür er die Beweise in Händen habe, behaftet seien; später [1]) äusserte er nochmals das Gleiche, wiederum ohne die Beweise dafür, obschon er sie bereits in Händen hatte, vorzubringen und zwar wegen Ueberhäufung mit Arbeit aller Art.

Ich habe darauf hin dargethan [2]), dass Pflüger mit seiner Kritik der Lossen'schen Versuche vollständig im Unrecht ist, dass seine Versuche und die Lossen's gar nicht verglichen werden können, weil bei den Kaninchen zur ausgiebigeren Lüftung künstlich respirirt wurde, der Mensch aber mit Aufbietung einer starken Muskelanstrengung häufiger und zahlreicher athmete. Entsprechend der zum Athmen nöthigen Muskelarbeit liefert der Mensch bei verschiedener Athemrhythmik mehr oder weniger Kohlensäure, so dass dadurch die Athemmechanik einen beträchtlichen Einfluss auf den Stoffwechsel besitzt. Zugleich brachte ich erneute Versuche hierüber mit schlagenden Resultaten bei, und ich will es unternehmen, Jedem sofort durch das Experiment die Richtigkeit meiner Angaben darzuthun.

Ich [3]) habe ferner erwiesen, dass ich zuerst die Bedeutung der Athembewegungen für die Zersetzungen im Körper und die Rolle des Sauerstoffs bei den letzteren erkannte und dass Pflüger hierin im Irrthum ist.

Ich glaubte damals, ich könnte Pflüger am besten von der Ungerechtigkeit seines Verfahrens überzeugen, wenn ich trotz seiner wiederholten heftigen Angriffe und wiewohl ich in allen Stücken die Richtigkeit meiner Angaben darzuthun vermochte, doch ganz ruhig und ohne jede Nebenbemerkung, die ja so nahe lag, den Stand der Sache darstellte. Es ist dies von mir in dem Grade geschehen, dass Manche, welche meine Darlegungen nicht aufmerksam genug lasen und durch die heutzutage leider häufig geübte Kampfesweise gewöhnt sind, dass man jede Blösse des Gegners auch sofort

1) Arch. f. d. ges. Physiol. 1878 Bd. 18 S. 382—384.
2) Ztschr. f. Biologie 1878 Bd. 14 S. 97.
3) ebd. S. 95.

Digitized by Google

zu einem gewaltigen Gegenstosse benütze, glaubten, ich hätte durch die Milde meiner Besprechungen nur die Schwäche meiner Sache verdecken wollen und Pflüger Concessionen gemacht.

Aber ich habe mich nichtsdestoweniger in meiner Voraussetzung getäuscht, denn der Eindruck meiner rein sachlich gehaltenen Vertheidigung auf Pflüger war so gering, dass er jetzt sogar die von mir schon widerlegten Punkte zu den Ursachen zählt, warum er kein Vertrauen zu den meisten Früchten meines Laboratoriums habe. Er fährt unbeirrt in seiner Polemik gegen die aus dem letzteren hervorgegangenen Arbeiten fort, und begnügt sich nicht mit weiteren, nach den Darlegungen von Dr. Max Gruber vollkommen grundlosen Beschuldigungen, sondern er scheut sich in seiner ungehemmten Leidenschaftlichkeit nicht, zu persönlichen Angriffen, Verdächtigungen und Verleumdungen überzugehen.

Ich vermag selbstverständlich auf eine solche unwürdige Kampfesweise, welche ich nur verachten kann, nicht einzugehen. Es ist wahrlich ein schlimmes Zeichen, wenn man in der Wissenschaft, in der man zur Feststellung der Wahrheit ruhig und nach reiflicher Ueberlegung seine Anschauungen durch sachliche Gründe geltend machen sollte, so weit gehen darf, wie Pflüger gegangen ist, welcher sich in seiner Polemik einer Sprache bedient, wie sie in guter Gesellschaft nicht ertragen wird, und selbst in einer aufgeregten politischen Debatte als unzulässig zurückgewiesen werden müsste. Eine solche Behandlung wissenschaftlicher Fragen kann unmöglich die Wissenschaft fördern, ja ihr nur schaden, und ich bin überzeugt, dass viele andere Männer, welche durch ein Leben voll redlicher Bemühungen gezeigt haben, dass ihnen die Wissenschaft über Alles gehe, und welche im Stande waren, dieselbe in neue Bahnen zu lenken, genau so denken wie ich. Es ist gut, dass Pflüger, der keine Gerechtigkeit kennt, nicht der Richter über die Leistungen in der Physiologie ist, sondern vielmehr die Zukunft und diejenigen Fachgenossen, welche den Werth der Arbeiten auch Anderer ohne Leidenschaft zu beurtheilen im Stande sind. Ich erkläre, dass ich von diesem gehässigen Treiben mit Abscheu mich abwende und daher Pflüger auf seinem Wege nicht folgen kann.

Carl Voit.

Digitized by Google

Photometrie des Absorptionsspectrums der Blutkörperchen.

Von

Ernst Jessen,

Cand. med. aus Brenduhr in Dänemark.

(Aus dem Tübinger physiologischen Institute.)

(Mit Tafel I, II u. III.)

Die Lichtstärke in sämmtlichen Regionen des Absorptionsspectrums des Blutes wurde während der letzten 10 Jahre im hiesigen physiologischen Institut von Herrn Prof. Dr. v. Vierordt mittels seines Doppelspaltes am Blut verschiedener Thiere und des Menschen untersucht. Speciell auch wurde die Spectrophotometrie des Blutes dazu angewandt, um den Hämoglobulingehalt desselben quantitativ zu bestimmen. Dazu diente die Messung der Lichtstärke des zweiten Absorptionsbandes zwischen $D\,54\,E$ und $D\,87\,E$, weil hier eine starke (nicht aber, wie vor der Erfindung der Spectrophotometrie vielfach geglaubt wurde, die stärkste) Absorption stattfindet, und die quantitative Spectralanalyse bekanntlich nur in Regionen, wo das Licht ziemlich stark absorbirt wird, scharfe Resultate ergibt. Dr. Leichtenstern hat an zahlreichen gesunden und kranken Menschen, Korniloff an vielen Thieren verschiedener Species den Hämoglobulingehalt des Wirbelthierblutes bestimmt.

Zu diesem Zwecke wurde das Blut 100fach, bei Säugethieren oft auch 200fach mit destillirtem Wasser verdünnt, damit eine messbare Menge Licht durch eine 1^{cm} dicke Blutlösung hindurchgelassen würde. Wasserzusätze von der angegebenen Stärke zerstören bekanntlich alle Blutkörperchen, und man erhält eine tadellos klare Lösung, indem man den letzten etwaigen Rest des Blutkörperchenstromas durch Zumischung eines Minimum Aetznatronlösung vernichtet.

So kam man zu einem Resultat über die Stärke der Lichtabsorption des Blutes in seiner Lösung und den Hämoglobulin-

Digitized by Google

gehalt desselben. Eine Bestimmung der Absorption des spectralen Lichtes durch die Blutkörperchen aber fehlte bisher. Dieser Aufgabe nun habe ich mich unterzogen und bin dabei bereitwilligst und in ausgiebigstem Maasse von Herrn Prof. Vierordt unterstützt worden, wofür ich hier meinen aufrichtigsten Dank sage.

Zu diesem Zwecke habe ich erst einige Vorversuche am Doppelspalt gemacht, um mein Auge zu üben und mein Unterscheidungsvermögen überhaupt zu prüfen. Als Lichtquelle diente eine Petroleumflamme. Die jeweils zu untersuchende Spectralregion wurde durch die bekannte Schiebervorrichtung im Ocular isolirt, so dass das ganze übrige Spectrum unsichtbar war. Die Trommel des oberen Eintrittsspaltes des Spectralapparates war constant auf 100 (= 1 Schraubenumgang = $^1/_5$ mm Breite des Eintrittsspaltes) eingestellt, die des unteren beliebig über oder unter 100 gedreht, so dass das obere Spectrum nahezu immer entweder heller oder dunkler als das untere war. Es versteht sich, dass mir die jeweilige Breite der unteren Spalthälfte nicht bekannt war. Es handelte sich somit stets um Gleichmachung der Lichtstärken der analogen Regionen der beiden Spectren, also um Verengerung oder Erweiterung des unteren Spaltes, bis meinem Auge beide über einander liegende Spectren gleich lichtstark erschienen. Der bei der Gleichstellung gemachte Fehler wurde an der unteren Trommel abgelesen und notirt. So habe ich mich an mehreren Versuchstagen in 6 Regionen des Spectrums geprüft, und zwar: roth *a* 50 *B* bis *B* 22 *C*, orange *C* 15 *D* bis C 55 *D*, gelb *D* bis *D* 19 *E*, grün *E* 8 *F* bis *E* 26 *F*, blau *F* bis *F* 10 *G* und violett *G* bis *G* 24 *H*. Die Fehler habe ich in nachfolgender Tabelle, welche die Resultate einer älteren und nach unterdessen erlangter grösserer Uebung einer späteren Versuchsreihe enthält, zusammengestellt. Die Zahl der Versuche ist nicht gross genug, um jede Spectralregion für sich darzustellen; deshalb habe ich jeweils alle sechs Regionen zusammengenommen und die Vertheilung der Fehler, d. h. die Grösse der Abweichung (ins + und —) von 100, also der geforderten Spaltbreite, in einer Anzahl von Rubriken übersichtlich gemacht. Die verhältnissmässig seltenen Fälle, in welchen die Breite der unteren Spalthälfte ganz genau derjenigen der oberen Spalthälfte entsprach, also die Trommel auf 100,0 eingestellt war, wurden

Digitized by Google

hälftig in den Rubriken 99—100 und 100—101 vertheilt. Die Tabellenzahlen geben an, wie die einzelnen Fehler in hundert Gleichmachungsversuchen sich vertheilen. In diese Tabelle sind nur die Versuche des ersten Tages nicht aufgenommen worden, aber man sieht hier aufs neue bestätigt, wie schnell die Technik der Photometrie selbst von einem bisher durchaus Ungeübten zu erlernen ist. Diese Form der Darstellung wird genügen, um die Leistungsfähigkeit meiner Augen darzuthun, und auf die üblichen Berechnungen des mittleren, des wahrscheinlichen u. s. w. Fehlers glaube ich verzichten zu dürfen.

Tabelle I.

		ältere Versuche	neuere Versuche
	Anzahl der Versuche	210	120
Minus-Fehler	94 — 95	0,5 %	
	95 — 96	2,8	
	96 — 97	8,1	1,7 %
	97 — 98	6,2	4,2
	98 — 99	10,5	17,5
	99 — 100	16,9	29,2
Plus-Fehler	100 — 101	21,2 %	21,7 %
	101 — 102	10	16,7
	102 — 103	9,5	7,5
	103 — 104	6,2	1,7
	104 — 105	6,2	
	105 — 106	2,4	
	106 — 107	0,5	

Meine eigentliche Aufgabe bestand also in der Photometrie des Absorptionsspectrums der normalen Blutkörperchen. Da reines Blut selbst in sehr dünner Schicht noch eine enorme Lichtmenge absorbirt, die direct nicht mehr gemessen werden kann, so muss man es verdünnen, aber in einer Weise, dass die Blutkörperchen nicht bloss individuell erhalten bleiben, sondern auch völlig intact sind. Um dies zu erkennen ist eine jedesmalige mikroskopische Prüfung unumgänglich nothwendig, und zwar muss man diese bei jedem neuen Blut wiederholen, weil die Blutkörperchen auch in verschiedenen Individuen derselben Species sich gegen Zusätze zum Blut oft sehr ungleich verhalten und grosse Unterschiede ihrer

Digitized by Google

Resistenzfähigkeit bieten. Häufig auch verändert sich die Resistenz der Blutkörperchen eines und desselben Blutes im Verlauf eines Tages, so dass eine öftere mikroskopische Prüfung nur rathsam ist. Die richtige Mischung der Verdünnungsflüssigkeit habe ich in der Weise gefunden, dass ich eine ursprüngliche, relativ concentrirte Lösung von 22,5 g Zucker und 1,7 g Salz in 500 ccm destillirten Wassers herstellte, hiervon kleinere abgemessene Quanta nahm und Wasser zusetzte, bis unter dem Mikroskop an den Blutkörperchen durchaus keine Veränderung wahrzunehmen war. Nun erst konnte ich die erforderlichen Volumina einer Lösung herstellen, von der ich annehmen durfte und auch durch die mikroskopische Prüfung bestätigt fand, dass die Blutkörperchen bei jeder beliebigen Verdünnung des Blutes mit derselben völlig intact bleiben würden. Bei manchem Blut habe ich eine Lösung brauchen können von 22,5 g Zucker und 1,7 g Salz in 1000 ccm Wasser, bei anderem eine solche von 16,9 g Zucker und 1,3 g Salz in 1000 ccm Wasser. Bei einer Blutsorte war eine Lösung von 33,8 g Zucker und 2,6 g Salz in 1000 ccm Wasser die richtige, während nach Verlauf eines Tages die Blutkörperchen an Resistenz so viel verloren hatten, dass ich nur 31,5 g Zucker und 2,4 g Salz auf 1000 ccm Wasser nehmen durfte. Im Allgemeinen glaube ich die Erfahrung gemacht zu haben, dass die Blutkörperchen älterer Thiere resistenter sind.

In den nachfolgenden Tabellen II, III und IV sind die Resultate von je 3 Doppelversuchsreihen enthalten. Das Blut wurde mit der nöthigen Menge destillirten Wassers versetzt, um eine klare Lösung herzustellen. Um hinreichendes Licht durchzulassen war je nach Umständen eine 200—300fache Verdünnung nothwendig. Die Zahlen der Tabellen sind aber immer, wie das bei diesen Versuchen gebräuchlich ist, für eine 100fache Verdünnung und 1 cm dicke Schicht berechnet und die diesen Lichtstärken entsprechenden Exstinctionscoëfficienten beigegeben. Die beiden Rubriken *a* und *b* jeder Tabelle enthalten immer das Spectrum der Lösung. Um das der Blutkörperchen nun auch zu erhalten, wurde das Blut mit der vorher mikroskopisch gefundenen richtigen Zucker- u. s. w. Lösung 200 bis 600fach verdünnt. Aber auch hier sind nicht die unmittelbar beobachteten Zahlen aufgeschrieben, sondern in die Rubriken *c* und *d*

Digitized by Google

die auf 100fache Verdünnung berechneten eingetragen, da diese Lichtstärken, weil sie viel zu gering waren, nicht direct beobachtet werden konnten.

Taf. I zeigt uns für das Spectrum des Kuhblutes (Tab. II) die übrig bleibenden Lichtstärken in den einzelnen Spectralregionen; die obere Curve α mit relativ geringer Absorption ist die der Lösung, die untere β die der Blutkörperchen.

Viel belehrender, weil von ganz allgemeiner Gültigkeit, ist die graphische Darstellung der Exstinctionscoëfficienten in Taf. II, wo jeweils für die drei untersuchten Blutarten der Tabellen II, III und IV die in Ordinatenwerthen ausgedrückten Exstinctionscoëfficienten des Spectrums der Lösung und des Spectrums der Blutkörperchen zur bequemen Uebersicht gebracht sind.

Tabelle II.

Kuhblut.

Lösung 1/100 Verdünnung, 1cm Schicht. Blutkörperchen von 1/200 auf 1/100 Verd. berechnet, 1cm Schicht. Zuckerlösung: 22,5g Zucker, 1,7g Salz, 1000ccm dest. Wasser.

Spectralregion	Lösung		Blutkörperchen		Lichtabsorption des Blutkörperchenstromas		Exstinctionscoëfficient $D\,54\,E - D\,87\,E = 1000$	
	Lichtstärke a	Exstinctionscoëfficient b	Lichtstärke c	Exstinctionscoëfficient d	$d - b$	$(d-b):b$	Lösung b'	Blutkörperchen d'
$A - A\,75\,a$	0,862	0,06450	0,176	0,75449	0,68999	10,695	52	339
$A\,75\,a - a\,50\,B$	0,867	0,06199	0,146	0,83565	0,77366	12,479	51	376
$a\,50\,B - B\,22\,C$	0,852	0,06957	0,140	0,85388	0,78431	11,274	57	384
$B\,22\,C - C\,15\,D$	0,812	0,09045	0,112	0,95079	0,86034	9,510	74	428
$C\,15\,D - C\,55\,D$	0,873	0,05899	0,146	0,83565	0,77666	13,164	48	376
$C\,55\,D - D$	0,501	0,30017	0,040	1,39794	1,09787	3,660	247	629
$D - D\,19\,E$	0,089	1,05061	0,0064	2,22185	1,17124	1,114	865	1000
$D\,19\,E - D\,54\,E$	0,138	0,86013	0,012	1,92082	1,06069	1,233	709	864
$D\,54\,E - D\,87\,E$	0,061	1,21468	0,00608	2,22185	1,00717	0,8287	1000	1000
$D\,87\,E - E\;8\,F$	0,122	0,91365	0,012	1,92082	1,00717	1,1018	752	864
$E\;8\,F - E\,26\,F$	0,226	0,64590	0,020	1,69897	1,05307	1,630	532	764
$E\,26\,F - E\,45\,F$	0,265	0,57676	0,027	1,56864	0,99188	1,719	475	706
$E\,45\,F - E\,63\,F$	0,254	0,59517	0,021	1,67779	1,08262	1,820	490	755
$E\,63\,F - E\,80\,F$	0,279	0,55440	0,031	1,50864	0,95424	1,722	456	679
$E\,80\,F - F$	0,236	0,62709	0,019	1,72125	1,09416	1,745	516	774
$F - F\,10\,G$	0,231	0,63639	0,017	1,76956	1,13317	1,781	523	796
$F\,10\,G - F\,21\,G$	0,195	0,70995	0,011	1,95861	1,24866	1,759	584	882
$F\,21\,G - F\,32\,G$	0,164	0,78516	0,017	1,76956	0,98440	1,254	646	796
$F\,32\,G - F\,44\,G$	0,102	0,99140	0,021	1,67779	0,68639	0,692	816	755
$F\,44\,G - F\,65\,G$	0,069	1,16116	0,011	1,9576	0,7965	0,686	956	881
$F\,65\,G - F\,88\,G$	0,0029	1,53761	0,002	2,69897	1,16236	0,755	1266	1214
$F\,88\,G - G$	?		0,0001	4,00000				

Digitized by Google

Tabelle III.

Blut von einem 2jährigen Rind.

Lösung $^{1}/_{100}$ Verdünnung, 1^{cm} Schicht. Blutkörperchen von $^{1}/_{800}$ auf $^{1}/_{100}$ Verd. berechnet, 1^{cm} Schicht. Zuckerlösung: $22{,}5^{g}$ Zucker, $1{,}7^{g}$ Salz, 1000^{ccm} dest. Wasser.

Spectralregion	Lösung		Blutkörperchen		Lichtabsorption des Blutkörperchenstromas		Exstinctionscoëfficient $D54E - D87E = 1000$	
	Lichtstärke a	Extinctionscoëfficient b	Lichtstärke c	Extinctionscoëfficient d	$d-b$	$(d-b):b$	Lösung b'	Blutkörperchen d'
$A - A75a$	0,731	0,13609	0,00195	2,70927	2,57318	18,918	127	610
$A75a - a50B$	0,715	0,14570	0,00168	2,77338	2,62768	18,034	136	624
$a50B - B22C$	0,635	0,19723	0,00164	2,78436	2,58713	13,130	184	626
$B22C - C15D$	0,650	0,18709	0,00112	2,95157	2,76448	14,781	175	664
$C15D - C55D$	0,680	0,16750	0,00057	3,24279	3,07529	18,401	156	730
$C55D - D$	0,720	0,14267	0,00022	3,66555	3,52288	24,630	133	825
$D - D19E$	0,092	1,03622	0,00005	4,22582	3,18960	3,078	967	951
$D19E - D54E$	0,175	0,75697	0,00012	3,92843	3,17146	4,189	707	884
$D54E - D87E$	0,085	1,07059	0,00003	4,44447	3,37388	3,150	1000	1000
$D87E - E8F$	0,122	0,91365	0,00016	3,80283	2,88918	3,161	853	856
$E8F - E26F$	0,188	0,72585	0,00019	3,70974	2,95389	4,069	678	835
$E26F - E45F$	0,268	0,57187	0,00017	3,75546	3,18359	5,566	534	845
$E45F - E63F$	0,246	0,60907	0,00027	3,56127	2,95220	4,847	569	801
$E63F - E80F$	0,283	0,54822	0,00029	3,54138	2,99316	5,461	512	797
$E80F - F$	0,274	0,56225	0,00019	3,70974	3,14749	5,599	525	835
$F - F10G$	0,287	0,54212	0,00018	3,75546	3,21334	5,928	506	845
$F10G - F21G$	0,224	0,64976	0,00019	3,70974	3,05998	4,707	607	835
$F21G - F32G$	0,201	0,69681	0,00016	3,80283	3,10602	4,457	651	856
$F32G - F44G$	0,111	0,95468	0,00009	4,04037	3,08569	3,231	892	909
$F44G - F65G$	0,078	1,10791	0,00004	4,33110	3,22319	2,909	1034	974
$F65G - F88G$	0,039	1,40894	0,00004	4,36782	2,95888	2,100	1315	983
$F88G - G$	0,019	1,72125	0,00001	5,09691	3,37566	1,962	1607	1147

Aus den bisherigen Untersuchungen können wir folgern, dass die Lichtabsorption einer Suspension von normal erhaltenen Blutkörperchen in einem farblosen Medium sehr viel grösser ist als die Lichtabsorption einer Lösung desselben Blutes von gleichem Hämoglobulingehalt, im ersten Fall also die Exstinctionscoëfficienten sehr viel grössere Werthe zeigen, ferner dass die Stärke der Lichtabsorption beim Blut verschiedener Thiere allerdings sehr verschieden ist, aber das Verhältniss der Lichtabsorption zwischen Lösung und

Digitized by Google

Tabelle IV.

Blut von einem $1^{1}/_{4}$ Jahr alten weiblichen Rind.

Lösung $^{1}/_{100}$ Verdünnung, 1^{cm} Schicht. Blutkörperchen von $^{1}/_{400}$ auf $^{1}/_{100}$ Verd. berechnet, 1^{cm} Schicht. Veränderung durch Senkung. Zuckerlösung: $22{,}5^{g}$ Zucker, $1{,}7^{g}$ Salz, 1000^{ccm} dest. Wasser.

Spectralregion	Lösung		Blutkörperchen		Lichtabsorption des Blutkörperchenstromas		Extinctionscoëfficient $D\,54\,E-D\,87\,E = 1000$	
	Lichtstärke a	Extinctionscoëfficient b	Lichtstärke c	Extinctionscoëfficient d	$d-b$	$(d-b):b$	Lösung b'	Blutkörperchen d'
$A-A\,75\,a$	0,845	0,07315	0,00443	2,35356	2,28041	31,1857	71	770
$A\,75\,a - a\,50\,B$	0,715	0,14570	0,00343	2,46476	2,31906	15,883	143	640
$a\,50\,B - B\,22\,C$	0,925	0,03386	0,00321	2,49372	2,45986	72,560	33	648
$B\,22\,C - C\,15\,D$	0,825	0,08355	0,00188	2,72776	2,64421	31,661	82	709
$C\,15\,D - C\,55\,D$	0,654	0,18443	0,00094	3,02788	2,84345	15,451	180	805
$C\,55\,D - D$	0,452	0,34487	0,00033	3,47868	3,13381	9,083	338	904
$D - D\,19\,E$	0,125	0,90309	0,00019	3,71872	2,81563	3,1178	884	966
$D\,19\,E - D\,54\,E$	0,195	0,70995	0,00021	3,68328	2,97333	4,1873	695	956
$D\,54\,E - D\,87\,E$	0,095	1,02228	0,00014	3,85032	2,82804	2,7671	1000	1000
$D\,87\,E - E\,8\,F$	0,235	0,62894	0,00029	3,54424	2,91530	4,634	616	920
$E\,8\,F - E\,26\,F$	0,374	0,42713	0,00036	3,44052	3,01339	7,057	418	894
$E\,26\,F - E\,45\,F$	0,375	0,42597	0,00022	3,65460	3,22863	7,579	417	949
$E\,45\,F - E\,63\,F$	0,398	0,40012	0,00008	4,07092	3,67080	9,1726	391	1057
$E\,63\,F - E\,80\,F$	0,310	0,50864	0,00008	4,08912	3,58048	7,0333	498	1062
$E\,80\,F - F$	0,305	0,51571	0,00017	3,75724	3,24153	6,282	505	976
$F - F\,10\,G$	0,265	0,57676	0,000078	4,10752	3,53076	6,119	565	1067
$F\,10\,G - F\,21\,G$	0,209	0,67986	0,00005	4,26204	3,58228	5,2676	665	1107
$F\,21\,G - F\,32\,G$	0,175	0,75697	0,00003	4,45404	3,69707	4,8837	741	1137
$F\,32\,G - F\,44\,G$	0,152	0,81816	0,00002	4,69572	3,87756	4,740	801	1219
$F\,44\,G - F\,65\,G$	0,109	0,96258	0,00001	4,85872	3,89614	4,0456	942	1262
$F\,65\,G - F\,88\,G$	0,055	1,25964	0,000007	5,13600	3,87636	3,076	1233	1334
$F\,88\,G - G$	0,032	1,49485	0,000002	5,68088	4,18603	2,8000	1462	1475

intact erhaltenen Blutkörperchen desselben Blutes doch nur innerhalb mässiger Grenzen schwankt.

In diesen drei Tabellen sehen wir ferner (in Rubrik $d-b$) die Differenz der Exstinctionscoëfficienten der Blutkörperchen und der Exstinctionscoëfficienten der Lösung, haben hier also die Lichtabsorption des Blutkörperchenstromas für sich, nach Abzug des Hämoglobulingehalts der Lösung, also auch des Hämoglobulingehalts der Blutkörperchen selbst. Berechnet ist in Rubrik $(d-b):b$ auch das Verhältniss dieser Differenz $d-b$

Digitized by Google

zu den Exstinctionscoëfficienten der Lösung. Und weiter ist in den beiden letzten Verticalrubriken *b'* und *d'* zur klareren Uebersicht und Vergleichung der Exstinctionscoëfficienten desselben Spectrums der Exstinctionscoëfficient für Spectralregion $D54E—D87E$ sowohl der Lösung als auch der Blutkörperchen gleich 1000 gesetzt und darnach die Exstinctionscoëfficienten der übrigen Regionen berechnet, so dass hier also die Stärke der Lichtabsorption in den einzelnen Regionen desselben Spectrums am besten zu vergleichen ist.

Das soeben nur kurz Angedeutete wollen wir durch specielle Zahlenbelege aus den Tabellen II, III und IV jetzt genauer ausführen.

Die Lichtabsorption in sämmtlichen Regionen der gehörig verdünnten Blutlösungen ist längst bekannt; ich habe sie an den drei Blutproben bloss bestimmt, um das Absorptionsspectrum der Blutkörperchen damit vergleichen zu können.

Man sieht, dass die Lichtstärken im Absorptionsspectrum der Blutkörperchen im Grossen und Ganzen denselben Gang zeigen wie in der Blutlösung, mit Ausnahme aber der viel bedeutenderen Stärke der Lichtabsorption im ersten Fall.

Ferner zeigen Rubriken *b*, *d* und die zwei letzten Verticalrubriken *b'* und *d'*, dass die Differenzen der Exstinctionscoëfficienten in den Einzelregionen des Spectrums der Blutlösung (Hämoglobulinspectrum) sehr viel grösser sind als beim Blutkörperchenspectrum. In Tab. II Rubrik *b'* haben wir in den Regionen $A—A75a$ und $F65G—F88G$ das Verhältniss 52 zu 1266, während es in der Rubrik *d'* ist 339 zu 1214. Das gibt für diese Spectralregionen in der Tab. II für die Lösung also eine Differenz von 1214, für die Blutkörperchen eine solche von nur 875. In Tab. III ist der Unterschied noch grösser, da hier in denselben Rubriken *b'* und *d'* die Differenz in den Spectralregionen $A—A75a$ und $F88G—G$ für die Lösung 1480, für die Blutkörperchen nur 537 ist.

Die Rubrik $d—b$ in allen drei Tabellen gibt das Absorptionsspectrum des Blutkörperchenstromas; hier sind die Differenzen der Exstinctionscoëfficienten, wie man sieht, ausserordentlich gering, wenn man die einzelnen Regionen des Spectrums mit einander vergleicht. Das war bei einem farblosen organisirten Gebilde nicht

Digitized by Google

anders zu erwarten. Sie betragen in Tab. II für die Regionen $A - A75a$ und $F65G - F88G$ kaum das Doppelte, während in Tab. III der Unterschied noch viel geringer ist, in Tab. IV aber wieder etwas grösser.

Die Lichtabsorption des Stromas nimmt im Allgemeinen etwas zu in der Richtung von Roth gegen Violett; so ist es bei den reinsten, farblosen Medien, beim Glas, auch bei den Rauchgläsern, wie Herr Prof. Vierordt gezeigt hat.

Die Lichtabsorption des Blutkörperchenstromas ist ziemlich gross, am grössten in Tab. IV. Sie kann beim Blut verschiedener Individuen erheblich verschieden sein, und zwar nimmt sie zu mit der Lichtabsorption des Blutes überhaupt. Bei den Blutproben aller drei Tabellen war die Zusatzflüssigkeit die gleiche; aber damit eine messbare Menge Luft hindurchgelassen werden konnte, war die Verdünnung verschieden. In Tab. II musste das Blut 200fach, in Tab. III 300fach und in Tab. IV 400fach verdünnt werden. Hieraus und aus den gefundenen Zahlen können wir sehen, dass die Lichtabsorption des Blutes in den Tabellen III und IV, sowohl im Spectrum der Lösung als auch in dem der Blutkörperchen, grösser ist als in der Tab. II, und ebenso verhält es sich, wie man sieht, mit der Lichtabsorption des Blutkörperchenstromas. Allgemein also dürfen wir daraus schliessen, dass die Lichtabsorption des Blutkörperchenstromas eine um so grössere ist, je mehr Licht das Blut sowohl in seiner Lösung als auch mit intact erhaltenen Blutkörperchen absorbirt.

Wir haben noch speciell die Stärke der Lichtabsorption der Lösung mit der des Blutkörperchenstromas, also die Rubriken $(d - b) : b$ aller drei Tabellen, mit einander zu vergleichen. Zu diesem Zwecke habe ich folgende Tabelle zusammengestellt.

Tabelle V.

Spectralregionen	Tabellen			Mittelzahlen
	II	III	IV	
$A - C15D$	10,989	16,216	37,822	21,676
$C15D - D$	8,412	21,515	12,267	14,065
$D - D19E$ (1. Absorptionsband)	1,114	3,078	3,118	2,433
$D19E - D54E$	1,233	4,189	4,187	3,203
$D54E - D87E$ (2. Absorptionsband)	0,829	3,150	2,767	2,249
$D87E - F$	1,623	4,784	6,959	4,455
$F - F88G$	1,121	3,889	4,689	3,233

Digitized by Google

Die Lichtabsorption des Blutkörperchenstromas im Verhältniss zu der der Lösung ist demnach am grössten im Roth und Orange und, abgesehen von den zwei Absorptionsbändern, am kleinsten im Blau.

Die messbaren Einzeleigenschaften der Blutkörperchen sind bekanntlich nicht besonders zahlreich: hier bietet uns die Lichtabsorption derselben eine neue Qualität, die variirt, und deren weitere experimentelle Prüfung sicher noch wesentliche Aufschlüsse geben wird; wenigstens dürfte sie im normalen und pathologischen Leben nicht minder beachtenswerth sein als die Resistenz der Blutkörperchen gegen Zusätze und gegen sonstige äussere Einwirkungen auf das Blut.

Nachdem wir die Lichtabsorption der möglichst intact erhaltenen Blutkörperchen kennen gelernt haben, ist noch zu untersuchen, wie auch die durch künstliche Mittel veränderten Blutkörperchen sich in Bezug auf die Lichtabsorption verhalten. Zu dem Zweck habe ich zunächst in der Tab. VI Ochsenblut mit concentrirter Kochsalzlösung 600fach verdünnt und nun die Lichtabsorption von *A* bis ins Violett hinein gemessen, hierzu in der Vierordt'schen Tabelle die Exstinctionscoëfficienten aufgeschlagen, die, um mit den übrigen Versuchen direct vergleichbar zu werden, wiederum für 100fache Verdünnung berechnet werden mussten (s. Reihe *f* der Tab. VI). Neben diesen Exstinctionscoëfficienten sind in Reihe *e* die entsprechenden Lichtstärken angemerkt, die selbstverständlich nicht mehr direct gemessen, sondern nur aus den bei 600facher Verdünnung gewonnenen Werthen berechnet werden konnten. Um diese Zahlen des Salzblutspectrums jetzt mit der Lichtabsorption voll erhaltener Blutkörperchen vergleichen zu können, habe ich in einer Anzahl Spectralregionen die entsprechenden Messungen ausgeführt. Die Reihe *d* der Tab. VI enthält die auf 100fache Verdünnung berechneten Exstinctionscoëfficienten, welche, wie früher auch, berechnet werden mussten aus den Werthen, welche an conservirten Blutkörperchen bei 600facher Verdünnung des durch eine Lösung von 33,8 g Zucker und 2,6 g Salz in 1000 ccm Wasser verdünnten Blutes beobachtet worden sind. In der Reihe *c* sind die entsprechenden Lichtstärken verzeichnet. Desgleichen wurde auch (bei 200facher

Digitized by Google

Verdünnung mit Wasser) eine vollständige Lösung der Blutkörperchen hergestellt, um das wieder in einigen Spectralregionen beobachtete Hämoglobulinspectrum desselben Blutes mit den beiden andern Spectren vergleichen zu können (s. Reihen *a* und *b* der Tab. VI).

Tabelle VI.

Ochsenblut.

Mit Zuckerlösung conservirte Blutkörperchen, von $^1/_{600}$ auf $^1/_{100}$ Verd. berechnet, 1 cm Dicke. Zuckerlösung: 33,8 g Zucker, 2,6 g Salz, 1000 ccm dest. Wasser. Lösung von $^1/_{200}$ auf $^1/_{100}$ Verd. berechnet, 1 cm Dicke. Concentrirte Kochsalzlösung: Blutkörperchen zackig, einzelne aber gut; starke Senkung, oft geschüttelt, von $^1/_{600}$ auf $^1/_{100}$ berechnet; 1 cm Dicke.

Spectralregion	Lösung von $^1/_{200}$ auf $^1/_{100}$ ber.		Blutkörperchen von $^1/_{600}$ auf $^1/_{100}$ ber.		conc. Kochsalzlösung auf $^1/_{100}$ ber.	
	Lichtstärke *a*	Exstinctionscoëfficient *b*	Lichtstärke *c*	Exstinctionscoëfficient *d*	Lichtstärke *e*	Exstinctionscoëfficient *f*
A — A 75 *a*	—	—	—	—	0,0130	1,88556
A 75 *a — a* 50 *B*	—	—	—	—	0,00842	2,07498
a 50 *B — B* 22 *C*	—	—	0,000044	4,35510	0,00306	2,51448
B 22 *C — C* 15 *D*	—	—	0,000028	4,54182	0,0019	2,72076
C 15 *D — C* 55 *D*	0,801	0,09636	0,000003	5,48190	0,00181	2,74308
C 55 *D — D*	—	—	0,000002	5,56872	0,00024	3,62286
D — D 19 *E*	0,0324	1,48946	0,0000002	6,33312	0,0000033	5,48190
D 19 *E — D* 54 *E*	0,0870	1,06036	0,000002	5,68158	0,0000053	5,27658
D 54 *E — D* 87 *E*	0,0262	1,58098	0,0000002	6,61428	0,0000027	5,56872
D 87 *E — E* 8 *F*	0,0713	1,14698	0,000001	6,00000	0,0000069	5,16078
E 8 *F — E* 26 *F*	—	—	0,000001	5,87292	0,0000093	5,03184
E 26 *F — E* 45 *F*	0,146	0,83588	—	—	0,000019	4,71096
E 45 *F — E* 63 *F*	—	—	—	—	0,000014	4,85802
E 63 *F — E* 80 *F*	0,183	0,73712	0,000002	5,79948	0,000032	4,49748
E 80 *F — F*	—	—	—	—	0,000076	4,11684
F — F 10 *G*	—	—	—	—	0,000033	4,48290
F 10 *G — F* 21 *G*	0,112	0,94992	0,0000009	6,05268	0,000088	4,05152
F 21 *G — F* 32 *G*	—	—	—	—	0,000047	4,32750
F 32 *G — F* 44 *G*	0,0462	1,33514	—	—	0,000036	4,43958
F 44 *G — F* 65 *G*	—	—	—	—	0,000026	4,58688
F 65 *G — F* 88 *G*	—	—	—	—	0,000022	4,66374
F 88 *G — G*	—	—	—	—	0,000002	5,63586
G — G 24 *H*	—	—	—	—	0,0000009	6,05268

Schon das Spectrum der Lösung zeichnet sich vor den früher untersuchten Blutproben durch eine bedeutende Lichtabsorption, also hohen Hämoglobulingehalt, aus. Ferner ist die Lichtabsorption

Digitized by Google

der Blutkörperchen, was auch schon aus der nothwendigen starken Verdünnung hervorgeht, verglichen mit den früheren Versuchen, wiederum sehr gross im Verhältniss zu der der gleich concentrirten Lösung. Das Salzblutspectrum bietet dagegen, wie man sieht, in sämmtlichen Regionen eine bedeutend geringere Lichtabsorption als das Spectrum der normalen Blutkörperchen. Die durch den starken Zusatz von gesättigter Kochsalzlösung enorm concentrirten und zackigen Blutkörperchen absorbiren also weniger Licht als die intacten.

Wie früher wollen wir auch jetzt die Lichtabsorption des Blutkörperchenstromas für sich berechnen aus der Differenz der Exstinctionscoëfficienten der Blutkörperchen und der Exstinctionscoëfficienten der Lösung. Um die Lichtabsorption des Stromas der normalen und der durch Salz concentrirten und gezackten Blutkörperchen vergleichen zu können, habe ich Tab. VII zusammengestellt.

Die Reihe $d-b$ der Tab. VII zeigt uns die Differenz der Exstinctionscoëfficienten der normalen Blutkörperchen und der Exstinctionscoëfficienten der Lösung, also die Lichtabsorption des Stromas der intact erhaltenen Blutkörperchen. In der Reihe $f-b$ ist die Lichtabsorption des Stromas der durch gesättigte Kochsalzlösung concentrirten und gezackten Blutkörperchen berechnet. Tab. VII gewährt uns also eine Uebersicht über die Veränderung, die in Bezug auf die Lichtabsorption auch noch mit dem Blutkörperchenstroma vor sich geht, wenn man, statt die Blutkörperchen möglichst intact zu erhalten, das Blut mit concentrirter Kochsalzlösung versetzt.

Tabelle VII.

Spectralregionen	Lichtabsorption des Stromas a) der normalen Blutkörperchen $d-b$	Lichtabsorption des Stromas b) der gezackten Blutkörperchen $f-b$
$C\,15\,D - C\,55\,D$ . . .	5,38554	2,64672
$D - D\,19\,E$ . . .	4,84366	3,99244
$D\,19\,E - D\,54\,E$ . . .	4,62122	4,21622
$D\,54\,E - D\,87\,E$ . . .	5,03330	3,98774
$D\,87\,E - E\,8\,F$ . . .	4,85302	4,01380
$E\,63\,F - E\,80\,F$ . . .	5,06236	3,76036
$F\,10\,G - F\,21\,G$ . . .	5,10276	3,10160

Digitized by Google

Demnach absorbirt das Stroma der durch Salzzusatz geschrumpften Blutkörperchen in sämmtlichen Spectralregionen sehr viel weniger Licht als das Stroma der normalen Blutkörperchen!

Um die optischen Wirkungen von Blutkörperchenveränderungen nach im Vergleich zu den eben betrachteten entgegengesetzter Richtung zu prüfen, versetzte ich das Blut mit verschiedenen Mengen Wasser und mass die Lichtabsorption im zweiten Absorptionsband. Die Grösse der Wasserzusätze war selbstverständlich beschränkt, da die die Blutkörperchen auflösende Wirkung des Wassers sich bald geltend machte. In einem mit der 9fachen Wassermenge versetzten Blut sind die Körperchen schon völlig verschwunden. Ein mit Wasser verdünntes Blut von $^{9}/_{10}$ bis $^{1}/_{10}$ Blutgehalt gibt bekanntlich so dunkle Spectren, dass die Flüssigkeit bedeutend verdünnt werden muss, um die Lichtabsorption messen zu können. Die Verdünnung musste ich selbstverständlich mit meiner auf die früher beschriebene Weise gefundenen klaren Zusatzflüssigkeit bewerkstelligen, welche die Blutkörperchen nicht alterirt. Man sieht aus den Tabellen VIII, IX und X, dass die Blutproben von $^{9}/_{10}$ bis $^{6}/_{10}$ Blutgehalt auf das 800fache, die von $^{5}/_{10}$ bis $^{1}/_{10}$ Blutgehalt auf das 200fache verdünnt werden mussten, um am Spectralapparat bequem untersucht werden zu können.

Zunächst benutzte ich das Blut des Ochsen der Tab. VI; die Untersuchung konnte aber erst einen Tag später ausgeführt werden. Der Exstinctionscoëfficient der Lösung im zweiten Absorptionsband hatte mittlerweile eine kleine Minderung erfahren von 1,580 vom vorherigen Tag in Tab. VI auf 1,465 in Tab. VIII. Auch musste die Zusatzflüssigkeit verdünnt werden, da die am Tag zuvor gebrauchte die normalen Körperchen etwas veränderte, also ein Beweis, dass die Blutkörperchen im Verlauf dieser Zeit an Resistenzfähigkeit und zugleich Lichtabsorptionsvermögen verloren hatten. Im Allgemeinen glaube ich überhaupt sagen zu dürfen, dass die Resistenzfähigkeit und das Absorptionsvermögen Hand in Hand gehen. Je resistenter Blutkörperchen sind, desto mehr Licht absorbiren sie auch, und da wir früher gesehen haben, dass die Resistenzfähigkeit der Blutkörperchen älterer Thiere gegen Zu-

Digitized by Google

sätze und äussere Einflüsse grösser ist als die der Blutkörperchen jüngerer Thiere, so können wir zugleich behaupten, dass das Lichtabsorptionsvermögen und somit der Hämoglobulingehalt des Blutes älterer Thiere grösser ist als beides beim Blute jüngerer der Fall ist.

Aus Tab. VIII geht hervor, dass der Exstinctionscoëfficient der mit $^1/_{10}$ Wasserzusatz behandelten und scheinbar intact erhaltenen Blutkörperchen etwas abnimmt, da er in Tab. VIII im zweiten Absorptionsband $D\,54\,E - D\,87\,E$ 5,875, in Tab. VI aber für die wirklich normalen Blutkörperchen in derselben Spectralregion (Rubrik *d*) 6,614 beträgt; doch kann man vielleicht auch hierfür noch als Grund die Veränderung der Blutkörperchen durch die Zeit anführen. Ferner zeigt uns Tab. VIII, dass weitere Verdünnungen den Exstinctionscoëfficienten noch mehr mindern. Schon bei einer Mischung von 6 Blut und 4 Wasser ist derselbe sehr stark (auf mehr als die Hälfte) gesunken; viele Körperchen sind bei dieser Mischung, wie in der Tabelle bemerkt ist, schon gelöst, die übrigen in der Form aber erheblich alterirt.

Die Auflösung der Körperchen schreitet mit neuen Wasserzusätzen rasch fort, bei 10facher Verdünnung des Blutes sind sie verschwunden. Es versteht sich jedoch, dass dann schwache Reste des Stromas noch übrig bleiben können; ich durfte letztere aber selbstverständlich nicht durch Aetznatronlösung auflösen, wie es bei den früheren Untersuchungen der Lösung stets geschehen musste. Auch habe ich in diesem Falle bei der Herstellung der Lösung durch 200fache Verdünnung mit Wasser kein Aetznatron zugesetzt, um das Resultat dieser Untersuchung mit den Wirkungen der verschiedenen Wasserzusätze besser vergleichen zu können.

Wir sehen ferner aus den Tabellen VIII und X, sehr viel weniger deutlich aus Tab. IX, dass die Lichtabsorption der absichtlich hergestellten Lösung grösser ist als die des durch starken Wasserzusatz veränderten und sodann für die Untersuchung mit Zuckerlösung verdünnten Blutes, in welchem aber schon alle Blutkörperchen zu Grunde gegangen waren.

In den Tabellen IX und X finden wir an anderen Blutproben dieselben Versuche wieder wie in Tab. VIII; in den Tabellen VIII

Digitized by Google

und IX sind ausserdem die Ergebnisse der mikroskopischen Prüfung der durch die verschiedenen Wasserzusätze veränderten Blutkörperchen nach 200facher Verdünnung mit der jeweiligen Conservirungsflüssigkeit kurz hinzugefügt. Es ist allerdings möglich, dass die durch Wasser veränderten und angegriffenen Blutkörperchen an Resistenzfähigkeit verloren haben und nun durch die ursprüngliche Zusatzflüssigkeit, welche für die normalen Blutkörperchen des unverdünnten Blutes die richtige war, noch weiter verändert werden [1]). Doch davon musste ich absehen; ich habe für die mikroskopische Prüfung der durch die fortschreitenden Wasserzusätze mehr und mehr veränderten Blutkörperchen stets eine 200fache Verdünnung mit der ursprünglich als richtig anerkannten Zucker- u. s. w. Lösung angewandt. Ebenso ist für die Untersuchung am Spectralapparat die nothwendige Verdünnung mit derselben Conservirungsflüssigkeit hergestellt.

Die Resultate auch dieser Untersuchungen habe ich in einer dritten Tafel III graphisch dargestellt. Diese zeigt uns, dass die Lichtabsorption der Mischungen von $^9/_{10}$ bis $^7/_{10}$ Blutgehalt allmählich abnimmt [2]), bei $^6/_{10}$ rapide fällt und von $^5/_{10}$ Blutgehalt an sich der Lichtabsorption der Lösung genähert hat, um auch bei weiteren Verdünnungen ungefähr auf derselben Höhe sich zu halten. Tab. IX enthält nur einige Vorversuche mit relativ starken Wasserzusätzen dieser Art, gibt aber im Allgemeinen eine Bestätigung des soeben Angeführten.

---

1) Auf Anrathen des Herrn Prof. Vierordt habe ich allerdings versucht, die bloss durch die genannten mässigen Wasserzusätze hergestellten Mischungen (ohne dieselben mit Zuckerlösung weiter zu verdünnen) sowie auch unverdünntes defibrinirtes Blut in selbstverständlich ausserordentlich dünnen Schichten für die Absorptionsmessungen direct zu verwenden. Es gelang aber vorerst nicht, solche dünnen Schichten von an allen Stellen gleichmässigem Blutkörperchengehalt herzustellen. Diese Aufgabe wird übrigens mittels eigens construirter Absorptionskästchen im hiesigen physiologischen Institut weiter verfolgt werden.

2) Curve *c* ist bei 0,8 Blutgehalt mit einem groben Fehler behaftet, s. auch Tab. X.

Digitized by Google

Tabelle VIII.

Blut von demselben Ochsen wie in Tab. VI.

Einfluss von Wasserzusätzen verschiedener Menge.

Zuckerlösung: $31,5^{g}$ Zucker, $2,4^{g}$ Salz, 1000^{ccm} dest. Wasser. Verdünnung von $^{9}/_{10}$ — $^{6}/_{10}$: $^{1}/_{800}$, von $^{5}/_{10}$ — $^{1}/_{10}$: $^{1}/_{200}$. Untersuchung im 2. Absorptionsband.

Blut	Lichtstärke $^{1}/_{800}$	Extinctionscoëfficient $^{1}/_{800}$	Extinctionscoëfficient $^{1}/_{100}$	Lichtstärke $^{1}/_{100}$	mikroskopische Prüfung bei $^{1}/_{200}$ Verdünnung
					Blutkörperchen
$^{9}/_{10}$	0,1735	0,75946	5,87568	0,0000013	intact und alle sehr gut
$^{8}/_{10}$	0,178	0,74958	5,79664	0,0000016	einzelne eckig, im Allgemeinen aber noch sehr gut
$^{7}/_{10}$	0,195	0,70995	5,47960	0,0000033	einzelne gezackt, andere eckig oder gequollen, keine mehr intact
$^{6}/_{10}$	0,469	0,32883	2,33064	0,00467	viele schon gelöst, die übrig gebliebenen zackig
	Lichtstärke $^{1}/_{200}$	Exstinctionscoëfficient $^{1}/_{200}$			
$^{5}/_{10}$	0,175	0,75697	1,51394	0,0306	nur noch einzelne sehr kleine, blasse und gezackte
$^{4}/_{10}$	0,201	0,69681	1,39362	0,0404	nur wenige äusserst blasse noch zu sehen
$^{1}/_{10}$	0,226	0,64590	1,29180	0,0511	gelöst
Lösung	0,185	0,73283	1,46566	0,0342	

Tabelle IX.

Blut von einem 2jährigen weiblichen Rind.

Einfluss von Wasserzusätzen verschiedener Menge.

Spectralregion $D54E - D87E$. Für die Untersuchung Verdünnung mit einer Zuckerlösung, die keinen Einfluss auf die Blutkörperchen hat: ungefähr 44^{g} Zucker, $1 - 2^{g}$ Salz, 1000^{ccm} dest. Wasser.

Blut	Lichtstärke $^{1}/_{800}$	Extinctionscoëfficient $^{1}/_{800}$	Extinctionscoëfficient $^{1}/_{100}$	Lichtstärke $^{1}/_{100}$	mikroskopische Prüfung bei $^{1}/_{200}$ Verdünnung
					Blutkörperchen
$^{9}/_{10}$	0,1261	0,89963	7,19704	0,00000006	so gut wie intact
$^{8}/_{10}$	0,1396	0,85699	6,85592	0,0000001	ganz wenig gequollen, aber sehr gut erhalten
$^{7}/_{10}$	0,1702	0,76956	6,15648	0,0000006	stärker gequollen, etwas eckig, aber noch recht gut
$^{6}/_{10}$	0,3336	0,47626	3,81008	0,000154	stark gequollen und eckig, einzelne ganz zackig; einige verschwunden?!

Digitized by Google

Tabelle IX.

(Fortsetzung.)

Blut	Lichtstärke 1/200	Extinctionscoëfficient 1/200	Extinctionscoëfficient 1/100	Lichtstärke 1/100	mikroskopische Prüfung bei 1/200 Verdünnung
					Blutkörperchen
5/10	0,174	0,75946	1,51892	0,0303	ziemlich viele gelöst, die übrigen ganz gut, wenn auch etwas blass
4/10	0,177	0,75203	1,50406	0,0313	wenige sehr blasse, einige ganz gross
3/10	0,182	0,73993	1,7986	0,0331	vereinzelte sehr blasse u. zackige
2/10	0,175	0,75697	1,51394	0,0306	keine mehr zu finden
1/10	0,178	0,74958	1,49916	0,0317	alle gelöst
Lösung	0,177	0,75203	1,50406	0,0313	

Tabelle X.

Blut von einem 2jährigen Ochsen.

Veränderung der Blutkörperchen und ihrer Lichtabsorption durch Wasserzusätze verschiedener Menge.

Spectralregion $D 54 E - D 87 E$. Für die Untersuchung Verdünnung durch eine ziemlich concentrirte Zuckerlösung, die auf die Blutkörperchen keine verändernde Einwirkung hat.

Blut	Lichtstärke 1/800	Exstinctionscoëfficient 1/800	Exstinctionscoëfficient 1/100	Lichtstärke 1/100
9/10	0,1622	0,79049	6,32392	0,0000004
8/10	0,0674 (?)	1,17393	9,39144	0,0000000004 ?[1])
7/10	0,1833	0,73755	5,90040	0,000001
6/10	0,3467	0,45968	3,67744	0,00021
	Lichtstärke 1/200	Exstinctionscoëfficient 1/200		
5/10	0,229	0,64017	1,28034	0,0524
4/10	0,256	0,59176	1,18352	0,0655
3/10	0,249	0,60381	1,20762	0,0620
2/10	0,2604	0,58336	1,16672	0,0681
1/10	0,264	0,57840	1,15680	0,0697
Lösung	0,1986	0,70115	1,40230	0,0396

1) Ohne Zweifel ein Fehler beim Aufschreiben der beobachteten Lichtstärke oder bei der Herstellung der betreffenden Lösung.

Digitized by Google

Tabelle XI.

Blut von einem 4jährigen Ochsen.

Einfluss von Wasserzusätzen verschiedener Menge.

Spectralregion $D 54 E — D 87 E$. Für die Untersuchung Verdünnung mit einer Zucker- u. s. w. Lösung, die keine verändernde Wirkung auf die Blutkörperchen ausübt.

Blut	Lichtstärke 1/200	Exstinctions-coëfficient 1/200	Exstinctions-coëfficient 1/100	Lichtstärke 1/100
5/10	0,1698	0,7696	1,5392	0,0289
3,3/10	0,1852	0,7328	1,4656	0,0342
2,5/10	0,1871	0,7282	1,4564	0,0350
Lösung	0,1951	0,7099	1,4198	0,0381

Nach den bisherigen Untersuchungen bleibt mir nur noch übrig nach den physikalischen Bedingungen zu forschen, welche bei der Lichtabsorption der Blutkörperchen in Frage kommen, und zu prüfen, ob sich ein bestimmtes Gesetz für dieselbe aufstellen lässt. Ganz gewiss ist es etwas Anderes, wenn wir die Lichtabsorption von Flüssigkeiten messen, die gefärbt sind, in denen aber keine Theilchen suspendirt sind, als von solchen, welche kleine Partikelchen in gleichmässiger Vertheilung enthalten. Für die ersteren, also auch für die Lichtabsorption des Blutes in seiner Lösung, ist das Gesetz bekannt; denn dabei handelt es sich eben nur um die Absorption des Lichtes durch den gelösten Farbstoff. Anders ist es im letzteren Fall; denn hier werden die Lichtstrahlen durch die in der Flüssigkeit schwimmenden Theilchen zum Theil absorbirt, zum Theil reflectirt.

Ich habe zunächst versucht, sehr feines, in Wasser nicht lösliches Pulver in Wasser suspendirt zu erhalten, um daran die Lichtabsorption von Flüssigkeiten zu prüfen, in welchen Partikelchen aufgeschwemmt sind; aber es war mir nicht möglich, eine gleichmässige Vertheilung derselben zu erzielen, da sie entweder sich zusammenballten oder zu Boden sanken. Demnach musste ich mich auch bei diesen Untersuchungen an das Blut halten; ja ich bin der Meinung, dass zum experimentellen Studium der vorliegenden, rein physikalischen Frage die Blutkörperchen die tauglichsten, weil sehr feinen, relativ constanten und unter sich möglichst gleichartigen

Digitized by Google

mikroskopischen Gebilde sind. Dazu kommt noch, wie schon vor langer Zeit Herr Prof. Dr. v. Vierordt in seinen Studien über die Zählung der mikroskopischen Gebilde in organischen Säften nachgewiesen hat, dass die Blutkörperchen in den verschiedensten Verdünnungen in allen Schichten des Menstruums gleichmässig vertheilt sind und in gleichmässiger Vertheilung erhalten werden können. Zudem habe ich die Mischungen mit einem Glasstab häufig umgerührt und ausserdem noch eine die Messungen störende Senkung der Blutkörperchen durch öfteres Umkehren der Absorptionskästchen sicher verhindert.

In Tab. XII habe ich an Blut, das mit concentrirter Kochsalzlösung verdünnt wurde, versucht zu zeigen, wie die Lichtabsorption der Blutkörperchen abhängig ist von der Dicke der durchstrahlten Schicht. Die Untersuchung fand statt im zweiten Absorptionsband des Hämoglobulins bei 1400facher Verdünnung und 1/2 Tag später mit demselben Blut bei 1620facher Verdünnung an je 8 verschieden dicken Schichten von 1/2 bis 8^{cm}. Wir sehen aus der Tabelle, dass die Lichtabsorption der Blutkörperchen mit zunehmender Schichtendicke zunimmt.

In der dritten Verticalrubrik beider Tabellen ist aus diesen Resultaten der Exstinctionscoëfficient für eine 1^{cm} dicke Schicht berechnet. Auf den ersten Blick bemerkt man ein allmähliches Sinken des Coëfficienten mit zunehmender Dicke der durchstrahlten Schicht. Trotz dieser stetigen Minderung des Exstinctionscoëfficienten habe ich noch aus naheliegenden Gründen aus diesen Zahlen das Mittel gezogen und darnach den Exstinctionscoëfficienten für 100fache Verdünnung berechnet, den wir wiederum mit der daneben verzeichneten Lösung vergleichen können.

In der Tab. XIII ist das Blut gleichfalls in der Region des zweiten Hämoglobulinbandes bei verschiedenen Verdünnungen mit concentrirter Kochsalzlösung (aber jeweils gleicher Dicke der durchstrahlten Schicht) untersucht worden, um zu prüfen, in welcher Weise die Lichtabsorption durch die Blutkörperchen abhängt von dem verschiedenen Blutkörperchengehalt der Mischung. Mit abnehmendem Blutkörperchengehalt nimmt selbstverständlich die Lichtabsorption ab; doch besteht keine genaue

Digitized by Google

Proportionalität, indem bei zunehmend stärkerer Verdünnung der Blutkörperchen die (im Verhältniss zur Blutkörperchenmenge berechnete) Lichtabsorption zunimmt.

Wir sind somit zu dem Ergebniss gelangt, dass bei Mischungen der Blutkörperchen mit einem diese Gebilde nicht auflösenden Menstruum — oder allgemein gesagt bei Suspensionen von feinen, jedoch durchsichtigen Partikelchen in irgend einer Flüssigkeit — die Lichtabsorptionserscheinungen anders sich gestalten als in klaren durchsichtigen Lösungen.

1. Die Lichtabsorption der suspendirten Blutkörperchen ist sehr bedeutend stärker als die einer Blutkörperchenlösung, in beiden Fällen gleicher Hämoglobulingehalt vorausgesetzt. Demnach ist
2. der durchsichtigen, farblosen organisirten Substanz ein starkes Lichtabsorptionsvermögen zuzuschreiben.
3. Mit zunehmender Dicke der Schicht sinkt der für die Schichteneinheit (1^{cm}) berechnete Exstinctionscoëfficient erheblich.
4. Mit zunehmendem Gehalt an Blutkörperchen (gleiche Schichtendicke vorausgesetzt) sinkt der Exstinctionscoëfficient wiederum, jedoch ist dieser Einfluss nicht so stark als der unter 3 erwähnte.

Nach Tab. XII sind die Exstinctionscoëfficienten (für 1^{cm}) bei 1^{cm} Schichtendicke 0,377 resp. (im zweiten Versuch) 0,306, also im Mittel 0,342; bei 8^{cm} Schichtendicke aber 0,215 resp. 0,163 (in runder Zahl), also 0,189 im Mittel. Wird der aus der dicken Schicht berechnete Exstinctionscoëfficient gleich 100 gesetzt, so ist der aus der einfachen Schicht berechnete gleich 181.

Nach Tab. XIII ist der Exstinctionscoëfficient für 3000fache Verdünnung bei der relativen Concentration 1 gleich 0,1945, bei der relativen Concentration 8 aber 0,1398. Wird der aus der stärksten Concentration berechnete Coëfficient gleich 100 gesetzt, so ist der aus der einfachen Concentration berechnete 140 in runder Zahl.

Aus dem Gesagten geht aber hervor, dass, wenn man die Verdünnungen der Blutkörperchen mit den Dicken der durchstrahlten Schichten so combinirt, dass in jedem Fall die Producte beider gleich gross sind, mit zunehmender Schichtendicke und zugleich

Digitized by Google

Tabelle XII.

Blut von einem 2jährigen Rind.

Abhängigkeit der Absorption von der Dicke der durchstrahlten Schicht.

Spectralregion: 2. Absorptionsband $D 54 E - D 87 E$. $^1/_{1400}$ Verdünnung mit concentrirter Kochsalzlösung.

Schichtendicke	Lichtstärke	Exstinctions-coëfficient	berechneter Exstinctions-coëfficient für 1 cm Schicht	mittlerer Exstinctions-coëfficient für $^1/_{1400}$ Verdünnung	berechneter Exstinctions-coëfficient für $1/_{100}$ Verdünnung	Lösung Exstinctions-coëfficient $^1/_{100}$
$^1/_2$ cm	0,5661	0,24719	0,49438			
1	0,4193	0,37779	0,37779	0,32066	4,48924	1,07059
2	0,1883	0,72585	0,36292			
3	0,1258	0,89963	0,29988			
4	0,0846	1,07059	0,26765			
5	0,03645	1,44370	0,28874			
6	0,0282	1,55285	0,25881			
8	0,01875	1,72125	0,21516			

Prüfung desselben Blutes $^1/_2$ Tag später. — Spectralregion $D 54 E - D 87 E$. $^1/_{1630}$ Verdünnung mit concentrirter Kochsalzlösung.

Schichtendicke	Lichtstärke	Exstinctions-coëfficient	berechneter Exstinctions-coëfficient für 1 cm Schicht	für $^1/_{1630}$ Verdünnung	berechneter Exstinctions-coëfficient für $1/_{100}$ Verdünnung	Lösung Exstinctions-coëfficient $^1/_{100}$
$^1/_2$ cm	0,7751	0,11070	0,22140			
1	0,4941	0,30628	0,30628	0,22899	3,70964	(1,07059)?
2	0,2702	0,56864	0,28432			
3	0,1650	0,78252	0,26051			
4	0,1603	0,79588	0,19897			
5	0,08585	1,06551	0,21310			
6	0,0785	1,10791	0,18465			
8	0,04985	1,30103	0,16270			

Tabelle XIII.

Blut von einem $1^1/_4$ Jahr alten weiblichen Rind.

Abhängigkeit der Absorption vom Blutgehalt der Mischung.

Verdünnungen mit concentrirter Kochsalzlösung. Spectralregion $D 54 E - D 87 E$. Dicke der durchstrahlten Schicht 1 cm.

Verdünnung	relative Concentration	Lichtstärke	Exstinctions-coëfficient	berechneter Exstinctions-coëfficient $^1/_{3000}$	mittlerer Exstinctions-coëfficient $^1/_{3000}$	berechneter Exstinctions coëfficient $^1/_{100}$	Lösung Exstinctions-coëfficient $^1/_{100}$
$^1/_{375}$	8	0,0761	1,11862	0,1398			
$^1/_{750}$	4	0,1989	0,70115	0,1752			
$^1/_{1500}$	2	0,4317	0,36452	0,1828			
$^1/_{3000}$	1	0,6391	0,19450	0,1945	0,17308	5,1924	0,70115 $^1/_2$ Tag später 1,02228

Digitized by Google

Tabelle XIV.

Blut von demselben 1¼ Jahr alten weiblichen Rind.

Verdünnungen mit concentrirter Kochsalzlösung. Spectralregion $D54E-D87E$.

Verdünnung	relative Concentration	Schichtendicke	Lichtstärke	Exstinctionscoëfficient
$^1/_{375}$	8	1 cm	0,1039	0,98297
$^1/_{750}$	4	2	0,1055	0,97882
$^1/_{1500}$	2	4	0,1176	0,92812
$^1/_{3000}$	1	8	0,1494	0,82682

entsprechend abnehmendem Blutkörperchengehalt die Lichtabsorption nicht gleich bleiben kann, sondern etwas abnehmen muss, wie die vier Versuche der Tab. XIV zeigen, die keiner weiteren Bemerkung bedürfen. —

In meinen Versuchen haben wir es mit der Wirkung zweier Einflüsse zu thun, der Absorption des Lichtes durch die Blutkörperchen (nebst der gleichen Mitwirkung des Menstruums) und der Reflexion des Lichtes durch diese Gebilde. Die Absorption muss dem bekannten Absorptionsgesetz folgen, ihre Bedingungen sind von vorn herein klar; aber die Bedingungen, unter welchen die Reflexion geschieht, oder richtiger die zahllosen und nach allen möglichen Richtungen erfolgenden Reflexionen an der Oberfläche der Blutkörperchen sind leider einer specielleren Ermittelung nicht zugänglich. Ich bin immer im Stande gewesen, wenigstens den Einfluss der Lichtabsorption des Hämoglobulins der Blutkörperchen gesondert darzustellen, wogegen ich verzichten musste, den sehr viel grösseren durch das Stroma der Körperchen verursachten Lichtverlust in seine Componenten: Absorption und Reflexion zu zerlegen.

Digitized by Google

Ueber Schwefelbestimmungen im Harn der Herbivoren.

Von

H. Weiske.

Bekanntlich ist im Harn nicht aller Schwefel als schwefelsaures Salz vorhanden, sondern ein nicht unbeträchtlicher Theil desselben findet sich in der Form von ätherschwefelsauren Salzen vor (E. Baumann). Ausserdem hat man im Harn das Vorkommen von unterschwefligsauren Salzen (Schmiedeberg), von Taurocarbaminsäure (Salkowski), Taurocholsäure (Hoehne), von Taurin und Cystin sowie von Schwefelcyankalium (Gscheidlen und Munk) beobachtet. Durch Fällen des mit Salzsäure angesäuerten und erhitzten Harns mit Chlorbarium lässt sich daher niemals der Gesammtschwefelgehalt im Harn bestimmen; um letzteren festzustellen, ist es vielmehr, wie zuerst von C. Voit gezeigt wurde[1]), nothwendig, den Harn mit Kali und Salpeter zu schmelzen.

Fleischfresser- und Menschenharn pflegt man zur Bestimmung des Gesammtschwefels unter Zusatz von Kalilauge zur Trockene zu dampfen und hierauf mit Salpeter zu glühen. Dampft man Hundeharn ohne Kalizusatz zur Trockene, verkohlt und verbrennt hierauf mit Salpeter, so erhält man nach Etzinger und Regensburger[2]) keine grössere Menge von Schwefel als durch Fällen des frischen Harns mit Chlorbarium, woraus Regensburger und Etzinger schliessen, dass beim Eindampfen und Verkohlen des Harns derjenige Schwefel weggeht, welcher nicht als Schwefelsäure vorhanden ist.

---

1) Bischoff u. Voit, Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers (1860) S. 282.

2) Ztschr. f. Biologie Bd. 12 S. 483.

Digitized by Google

Bei dem alkalisch reagirenden Pflanzenfresserharn schien es nach den bisher angestellten Beobachtungen zu genügen, denselben ohne jeden Zusatz zur Trockene einzudampfen, vorsichtig zu verkohlen, die Kohle mit heissem Wasser zu extrahiren und hierauf vollständig zu veraschen. Die nach diesem Verfahren gewonnenen Resultate erweisen sich indess bisweilen wenig befriedigend[1]), und schien es mir daher angezeigt, sorgfältig zu prüfen, ob bei Bestimmung des Gesammtschwefels im alkalischen Herbivorenharn zur Gewinnung zuverlässiger Resultate nicht ebenso wie beim Menschen- und Carnivorenharn Zusatz von Kali und Salpeter nothwendig sei.

Zu diesem Zweck wurden zunächst je 25^{ccm} Harn, welche von einem mit Wiesenheu gefütterten Hammel herrührten, theils unter Zusatz von Kali zur Trockene gedampft und mit Salpeter geschmolzen[2]) (*A*), theils ohne jeden Zusatz eingetrocknet, bei möglichst niedriger Temperatur (*B*) oder bei etwas höherer Temperatur (*C*) verkohlt, die Kohle mit heissem Wasser extrahirt, nach dem Extrahiren vollständig verascht und unter Zusatz von ein paar Tropfen Salzsäure gelöst. Hierauf vereinigte man jedesmal die zusammengehörigen Filtrate von *B* resp. *C*, säuerte mit Salzsäure an, wobei sich eine Schwefelwasserstoffentwickelung nicht bemerkbar machte, dampfte die Flüssigkeit zur Abscheidung geringer Kieselsäuremengen, welche sich im Herbivorenharn häufig vorfinden, zur Trockene und fällte in der wieder aufgelösten Substanz die Schwefelsäure in üblicher Weise mit Chlorbarium.

Bei dieser Behandlungsweise ergaben je 25^{ccm} Schafharn nachstehende Mengen von $BaSO_4$:

	A	*B*	*C*
1.	0,3385^{g}	0,3332^{g}	0,3245^{g}
2.	0,3383	0,3367	0,3237
3.	—	0,3341	—
4.	—	0,3401	—
Mittel:	0,3384^{g}	0,3360^{g}	0,3241^{g}

1) H. Weiske, Ueber die Ernährungsvorgänge des Schafes in den verschiedenen Altersperioden (Berlin 1880) S. 6 u. 64.

2) Bei diesen und allen folgenden durch Schmelzen mit Kali und Salpeter ausgeführten Bestimmungen des Gesammtschwefels wurde die in heissem Wasser aufgelöste Schmelze unter den nöthigen Vorsichtsmaassregeln mit Salzsäure übersättigt und zur Abscheidung der Kieselsäure sowie zur Entfernung der Salpeter-

Digitized by Google

Bei sehr langsamem und vorsichtigem Verkohlen, unter Anwendung möglichst niedriger Temperatur (*B*) waren demnach in diesem Falle auch ohne Zusatz von Kali und Salpeter fast genau dieselben Schwefelmengen gefunden worden wie bei Zusatz dieser beiden Substanzen (*A*). Dagegen erwiesen sich die Resultate bei Anwendung etwas höherer Temperatur und etwas schnellerem Verkohlen (*C*) nicht unwesentlich niedriger.

Hierauf wurde der Harn eines Schafes, welches als Futter täglich 1000g Wiesenheu verzehrte und dabei durchschnittlich pro Tag 1392g Tränkwasser consumirte, 6 Tage hindurch quantitativ gesammelt. In diesem regelmässig mit 200ccm destillirtem Wasser (welches zum Nachspülen der Harntrichter und Messgefässe gedient hatte) vermengten, innerhalb 24 Stunden entleerten Harn bestimmte ich jetzt den Gesammtschwefel dadurch, dass ich jedesmal je 20ccm Harn theils mit Kalizusatz (*A*), theils ohne denselben (*B*) zur Trockene dampfte und hierauf mit Kali und Salpeter glühte, theils dadurch, dass ich, wie bereits angegeben, den eingetrockneten Harn langsam verkohlte und extrahirte (*C*). Die hierbei erhaltenen Resultate waren folgende:

Datum 1880 April	tägliche Harnmenge incl. Spülwasser	In 20ccm Harn Gramm $BaSO_4$ gefunden *A*		*B*		*C*	
16.	809ccm	0,3425 0,3505	0,3465	0,3410 0,3450	0,3430	0,3167 0,3194	0,3181
17.	781	0,2775 0,2818	0,2797	0,2805 0,2830	0,2818	0,2805 0,2797	0,2801
18.	821	0,3092 0,2990	0,3041	0,3012 —	0,3012	0,2843 0,2850	0,2847
19.	882	0,2590 0,2650	0,2620	0,2698 0,2665	0,2682	0,2570 0,2573	0,2572
20.	1015	0,2390 0,2348	0,2369	0,2355 0,2348	0,2352	0,2260 0,2225	0,2243
21.	898	0,2635 0,2675	0,2655	0,2670 0,2677	0,2674	0,2528 0,2545	0,2537

Wir sehen aus diesen Zahlen, dass beim Schmelzen des Harns mit Kali und Salpeter im Durchschnitt sowohl bei *A* (0,2825) wie

säure zur Trockene verdampft. Den wieder aufgelösten Rückstand filtrirte man und fällte aus dem Filtrat die Schwefelsäure mit Chlorbarium. Die vom $BaSO_4$-Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit erwies sich stets als vollständig salpetersäurefrei.

Digitized by Google

bei *B* (0,2828) dieselben Resultate erhalten wurden, dass mithin ein Zusatz von Kali beim Eindampfen des Schafharns nicht nöthig war. Die durch Verkohlen und Einäschern des Harns ohne jeden Zusatz erhaltenen Resultate (*C*) ergaben nur an 2 Tagen mit *A* und *B* vollständige Uebereinstimmung und fielen im Uebrigen, trotzdem die Controlbestimmungen gut übereinstimmten, etwas niedriger als bei *A* und *B* aus, so dass durchschnittlich pro Tag 13 mg, d. i. 4,6 % $BaSO_4$ weniger gefunden wurden.

Berechnet man nun weiter nach den sub *A*, *B* und *C* gewonnenen Zahlen die Gesammtschwefelmenge, welche pro Tag im Harn des Versuchsthieres zur Ausscheidung gelangte, so erhält man folgende Resultate:

Datum April	*A*	*B*	*C*
16.	1,92 g S	1,91 g S	1,77 g S
17.	1,50 „	1,51 „	1,50 „
18.	1,71 „	1,70 „	1,61 „
19.	1,59 „	1,62 „	1,56 „
20.	1,65 „	1,64 „	1,56 „
21.	1,64 „	1,65 „	1,56 „
Mittel:	1,67 g	1,67 g	1,59 g

Es wurden mithin bei *C* durchschnittlich pro Tag 0,08 g S im Harn weniger gefunden als bei *A* und *B*.

Zur nochmaligen Controle dieser Ergebnisse prüfte ich in einer folgenden Versuchsperiode, in welcher der Hammel neben seinem früheren Futter täglich 215 g Stärke und Zucker erhielt und dabei durchschnittlich pro Tag 1263 g Tränkwasser aufnahm, wiederum den täglich gesammelten und mit 200 ccm destillirtem Wasser vermengten Tagesharn genau in der bereits vorher angegebenen Weise auf seinen Gehalt an Gesammtschwefel und erhielt hierbei nachstehende Mengen von $BaSO_4$ in je 20 ccm Harn:

Datum April	tägliche Harnmenge incl. 200 ccm Spülwasser	*A*		*B*		*C*	
28.	759 ccm	0,2868 —	0,2868 g	0,2890 —	0,2890 g	0,2725 0,2705	0,2715 g
29.	705	0,2670 0,2652	0,2661	0,2693 0,2645	0,2669	0,2501 0,2513	0,2507
30.	719	0,2883 0,2885	0,2884	0,2880 0,2850	0,2865	0,2630 0,2635	0,2633

Digitized by Google

Datum Mai	tägliche Harnmenge incl. 200 ccm Spülwasser	A		B		C	
1.	765 ccm	0,2860 0,2830	0,2845	0,2813 0,2803	0,2808	0,2590 0,2575	0,2583
2.	711	0,2886 0,2857	0,2872	0,2810 0,2810	0,2810	0,2605 0,2600	0,2603
3.	768	0,3081 0,3040	0,3061	0,3076 0,3020	0,3048	0,2803 0,2806	0,2805

Obige Zahlen bestätigen der Hauptsache nach die bereits früher gefundenen Resultate und die daran geknüpften Erörterungen. Im Durchschnitt wurden diesmal 21,6 mg oder 7,6 % $BaSO_4$ bei *C* weniger gefunden als bei *A* und *B*. Die Differenz zwischen beiden Schwefelbestimmungsmethoden erwies sich demnach in diesem Falle etwas grösser als vorher. Der Grund hierfür konnte theils darin liegen, dass der Harn beim Verkohlen vielleicht etwas stärker erhitzt worden war, theils darin, dass je nach verschiedenen Verhältnissen sich die Beschaffenheit des Harns ändert und hierdurch bald grössere, bald geringere, aber dabei immer bestimmte Schwefelmengen sich verflüchtigen. Für letztere Annahme schien insbesondere der Umstand zu sprechen, dass die beiden von ein und derselben Harnprobe ohne Kali- und Salpeterzusatz ausgeführten Schwefelbestimmungen unter einander stets gut übereinstimmten.

Berechnen wir wieder nach den sub *A*, *B* und *C* erhaltenen Zahlen die täglich im Harn des Versuchsthieres entleerten Schwefelmengen, so ergeben sich folgende Werthe:

Datum		A	B	C
April	28.	1,49 g S	1,51 g S	1,42 g S
	29.	1,28 „	1,28 „	1,21 „
	30.	1,42 „	1,41 „	1,30 „
Mai	1.	1,49 „	1,48 „	1,36 „
	2.	1,40 „	1,37 „	1,27 „
	3.	1,61 „	1,61 „	1,48 „
	Mittel:	1,45 g	1,44 g	1,34 g

Schliesslich wurde in einer 3. Versuchsperiode, in welcher derselbe Hammel wieder 1000 g Heu, ausserdem 162 g Stärke und Zucker und 52,5 g Asparagin erhielt[1]) und hierbei täglich im Durchschnitt

1) Diese drei Fütterungsperioden bildeten eine Fortsetzung früherer Versuche zur Ermittelung der Bedeutung des Asparagins für die thierische Ernährung (vgl. Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 261). Eine ausführliche Mittheilung derselben soll demnächst erfolgen.

Digitized by Google

1378g Wasser aufnahm, in je 20 ccm des innerhalb 24 Stunden entleerten Harns nochmals der Schwefel theils durch Schmelzen der Harntrockensubstanz mit Kali und Salpeter (*A*), theils durch Verkohlen und Veraschen, jedoch unter Anwendung höherer Temperatur, bestimmt und hierbei nachstehende Resultate erhalten:

Datum Mai	tägliche Harnmenge incl. 200 ccm Spülwasser	*A*		*B*	
10.	886 ccm	0,2378 0,2331	0,2355 g	0,2087 0,2122	0,2105 g
11.	864	0,2606 0,2590	0,2598	0,2213 0,2055	0,2134
12.	870	0,2630 —	0,2630	0,1735 0,2008	0,1872
13.	888	0,2270 0,2341	0,2306	0,1515 0,1510	0,1513
14.	863	0,2648 0,2809	0,2729	0,2065 0,1875	0,1970
15.	912	0,2427 0,2359	0,2393	0,1985 0,1878	0,1932

Aus diesen Zahlen berechnen sich nach *A* und *B* pro Tag nachfolgende im Harn entleerte Schwefelmengen:

Datum Mai	*A*		*B*	
10.	1,43 g	S	1,28 g	S
11.	1,54	„	1,27	„
12.	1,57	„	1,12	„
13.	1,41	„	0,92	„
14.	1,62	„	1,17	„
15.	1,50	„	1,21	„
Mittel:	1,51 g		1,16 g	

In Folge der höheren Temperatur beim Verkohlen und Veraschen des Harns waren diesmal die Schwefelverluste sehr beträchtlich und dabei ausserordentlich variabel; auch stimmten die Controlbestimmungen unter sich nicht mehr wie bisher beim sehr vorsichtigen Erhitzen überein, sondern zeigten zum Theil sehr erhebliche Differenzen. Eine Reduction von schwefelsauren Salzen zu Schwefelmetallen schien hierbei indess noch nicht, oder doch nur in sehr geringem Maasse stattgefunden zu haben, wenigstens bemerkte ich beim Auflösen der verkohlten und veraschten Masse keinen oder doch nur ganz schwachen Geruch nach Schwefelwasserstoff. Hiernach gewinnt es den Anschein, als wenn der hier ge-

Digitized by Google

fundene starke Schwefelverlust, trotz seiner Höhe, doch hauptsächlich von anderen Schwefelverbindungen des Harns als von schwefelsauren und ätherschwefelsauren Salzen herrührte. In der That kommen, wie später gezeigt werden wird, im Schafharn sehr beträchtliche Quantitäten von Schwefelverbindungen, die weder in Form von schwefelsauren noch in Form von ätherschwefelsauren Salzen vorhanden sind, vor und kann deren Menge unter Umständen ca. 30 % vom Gesammtschwefel des Harns betragen.

Vorstehende Resultate führen uns bezüglich der Bestimmung des Gesammtschwefels im alkalischen Pflanzenfresserharn zu dem Schluss, dass, wennschon es unter Umständen, bei Anwendung grosser Vorsicht und sehr niedriger Temperatur, gelingt, den gesammten Schwefelgehalt des Harns durch langsames Verkohlen und Extrahiren auch ohne Schmelzen mit Kali und Salpeter zu erhalten, dieses Verfahren doch jedenfalls ein sehr unzuverlässiges ist. Zur Erlangung exacter Resultate empfiehlt es sich vielmehr, den Pflanzenfresserharn ebenso wie den Harn der Fleischfresser und des Menschen mit Kali und Salpeter zu schmelzen (ohne dass jedoch ein Zusatz von Kali beim Eindampfen des Harns zur Trockene nothwendig ist) und von der überdies umständlichen und zeitraubenden Methode des Verkohlens und Auslaugens etc. Abstand zu nehmen.

Bei den wesentlichen Veränderungen, welche der Harn bezüglich seiner qualitativen und quantitativen Zusammensetzung je nach der Beschaffenheit und Menge der aufgenommenen Nahrung zeigt, steht zu erwarten, dass nicht nur in Betreff der Quantität, sondern auch in Betreff der Form, in welcher der Schwefel sich im Harn bei verschiedenartiger Ernährungsweise vorfindet, wesentliche Verschiedenheiten auftreten, wie dies auch in der That durch neuere Untersuchungen in dieser Richtung dargethan worden ist. Zunächst wissen wir, dass neben den schwefelsauren Salzen auch ätherschwefelsaure im Harn vorkommen, und dass die Menge der letzteren bei Pflanzenkost meist nicht unerheblich ist. Ihr Mengenverhältniss zeigt sich aber auch bei der Pflanzennahrung selbst wieder von der Art derselben abhängig; z. B. beobachtete E. Baumann[1]) sowohl bei

1) Ztschr. f. physiol. Chemie Bd. 1 S. 60.

Digitized by Google

Hafer- wie bei Heufütterung reichliche Mengen von gepaarten Schwefelsäuren im Harn einer Ziege, wogegen nach Kartoffel- und Rübenfütterung nur geringe Quantitäten dieser Verbindungen auftraten. Ausserdem lässt sich auch, wie aus den Untersuchungen von Baumann, Herter, Brieger, Scheffer, Salkowski, Preusse u. A. hervorgeht, die Menge der gepaarten Schwefelsäuren im Harn durch directe Einführung gewisser aromatischer Substanzen in den Organismus wesentlich vermehren. Dies ist nicht nur bei den Säugethieren der Fall, sondern nach Christiani[1]) auch bei den Vögeln und Amphibien.

Die im Harn in der Form von ätherschwefelsauren Salzen vorkommenden aromatischen Körper stammen wohl, soweit dieselben nicht als solche in den Organismus mit der Nahrung eingeführt werden, der Hauptsache nach von den zersetzten Eiweissstoffen her, denen nach Kühne, Jaffé, Senator, Nencki, Salkowski, Baumann, Brieger u. A. bei der Fäulniss in verschiedenem Grade die Fähigkeit zukommt, aromatische Verbindungen wie Phenol, Kresol, Indol, Skatol zu bilden. Auch im Darminhalt sind diese Substanzen nachgewiesen worden, und von Baumann und Brieger ist dargethan[2]), dass die bei der Eiweissfäulniss auftretenden flüchtigen Phenole im Wesentlichen identisch sind mit den bei der Destillation von Pferdeharn mit Salzsäure übergehenden flüchtigen Phenolen. Die Synthese dieser organischen Paarlinge mit Schwefelsäure zu Aetherschwefelsäuren findet im Organismus, wie Christiani und Baumann[3]) gezeigt haben, nicht ausschliesslich in den Nieren, sondern auch in anderen Organen statt und lässt sich nach Koch's Beobachtungen[4]) auch künstlich durch Zusammenbringen der betreffenden Substanzen mit frischem Blut und zerkleinerter frischer Leber oder Pankreas bewerkstelligen.

Fütterungsversuche mit einem Hammel, bei denen anfangs bis zum 2. März sehr eiweissarmes, hierauf bis zum 9. März normales und schliesslich von da bis zum 15. März sehr eiweissreiches Futter

1) Ztschr. f. physiol. Chemie Bd. 2 S. 273.
2) ebd. Bd. 3 S. 149.
3) ebd. Bd. 2 S. 350.
4) Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 20 S. 64.

Digitized by Google

gereicht wurde, boten mir Gelegenheit, den Schafharn bei Aufnahme sehr verschiedener Eiweissquantitäten zu untersuchen und insbesondere neben dem Stickstoffgehalt des Harns die Menge des in demselben als Schwefelsäure und als Aetherschwefelsäure enthaltenen Schwefels festzustellen. Die Bestimmung der Schwefelsäure und Aetherschwefelsäuren geschah nach dem von E. Baumann angegebenen Verfahren[1]). Von dem innerhalb 24 Stunden entleerten Harn wurden jedesmal 2 abgemessene Proben zur Stickstoffbestimmung[2]) und 3mal je 50ccm zur Bestimmung des in Form von Schwefelsäure (*A*) und von Aetherschwefelsäure (*B*) vorhandenen Schwefels verwendet. In einigen Fällen bestimmte ich ausserdem durch Schmelzen mit Kali und Salpeter den im Harn nach Abscheidung von *A* und *B* noch in anderer Form enthaltenen Schwefel (*C*).

Die hierbei gefundenen Resultate waren folgende:

Datum März	Art der Fütterung	tägliche Harnmenge	N im Harn	Schwefel im Harn			Summe von
				A	*B*	*C*	*A B C*
2.	0,75 kg Stroh .	375 ccm	5,15 g	0,233 g	0,284 g	—	—
8.	1,25 kg Heu . .	699	11,24	0,893	0,670	—	—
9.	1,25 kg „ . .	750	11,12	0,949	0,686	0,231 g	1,866 g
14.	0,75 kg Heu u. 0,5 kg Bohnen	943	26,68	0,911	0,812	0,202	1,925
15.	0,75 kg Heu u. 0,5 kg Bohnen	880	27,50	1,108	0,906	0,204	2,218

Betrachten wir obige Zahlen etwas näher, so fällt zunächst die sehr verschiedene Stickstoffmenge ins Auge, welche entsprechend der grösseren oder geringeren Eiweissaufnahme täglich im Harn ausgeschieden wurde. Nicht im Einklange mit dieser gesteigerten Stickstoffausscheidung steht die tägliche als Summe von *A*, *B* und *C* aufgeführte Schwefelmenge des Harns. Würde aller Schwefel ausschliesslich oder doch nahezu ausschliesslich von dem Schwefel der

1) Ztschr. f. physiol. Chemie Bd. 1 S. 70.

2) Die N-Bestimmungen wurden durch Eintrocknen des Harns unter etwas Salzsäurezusatz in Hofmeister'schen Glasschälchen und Verbrennen des trockenen Rückstandes mit Natronkalk nach Varrentrapp-Will von Herrn Dr. Kennepohl ausgeführt.

Digitized by Google

Eiweisskörper herrühren, wie dies beim fleischfressenden Thiere der Fall ist, so müsste in bekannter Weise bei Eiweisssteigerung in der Nahrung gleichzeitig mit der Vermehrung des Stickstoffs im Harn auch eine entsprechend stärkere Ausscheidung des Schwefels Hand in Hand gehen. Dass dies in unserem Falle nicht zutrifft, rührt daher, dass das Versuchsthier in den verschiedenen vegetabilischen Futtermitteln neben Eiweiss wahrscheinlich auch andere Schwefelverbindungen, insbesondere schwefelsaure Salze, in sehr verschiedenen Quantitäten aufnahm. So wurden z. B. bei Gelegenheit früherer Fütterungsversuche[1]) im Wiesenheu 1,78 % Stickstoff und 0,31 % Schwefel, in den Erbsen dagegen 3,91 % Stickstoff und 0,21 % Schwefel gefunden. In ersterem Futtermittel war demnach das Verhältniss des Gesammtschwefels zum Gesammtstickstoff = 1 : 6, im letzteren dagegen = 1 : 18, woraus zu entnehmen ist, dass im Wiesenheu ausser dem in organischer Form als Eiweiss vorhandenen Schwefel auch noch andere Schwefelverbindungen zugegen sind, während in den Erbsen und wohl ebenso in den Bohnen aller Schwefel oder doch der bei weitem grösste Theil desselben von den Eiweissstoffen herrührt. In obigem Falle waren nun nach der eiweissarmen Strohfütterung pro Tag 1,25 kg Wiesenheu verabreicht und von dem Versuchsthier verzehrt worden, in der darauf folgenden sehr eiweissreichen Fütterung hatte das Schaf dagegen nur 0,75 kg Wiesenheu und zugleich 0,5 kg Bohnen aufgenommen. Nehmen wir nun an, dass in dem verfütterten Wiesenheu und Bohnen, wie oben angegeben, 0,31 % resp. 0,21 % Schwefel enthalten waren, was wennschon nicht genau, so doch ungefähr zutreffend sein dürfte, so hätte das Versuchsthier in der 2. Fütterungsperiode mit 1,25 kg Heu täglich etwa 22,25 g N und 3,875 g S, in der 3. sehr eiweissreichen Fütterungsperiode mit 0,75 kg Heu und 0,50 kg Bohnen dagegen etwa 32,90 g N und 3,375 g S pro Tag aufgenommen. Es kann demnach beim Pflanzenfresser der Fall eintreten, dass trotz erheblich gesteigerter Eiweisszufuhr im Futter doch keine vermehrte, sondern sogar eine verminderte Schwefelaufnahme stattfindet, und demgemäss wird es sich dann auch bezüglich der Schwefelausscheidung im Harn verhalten. Nur in Betreff des als

1) Vgl. H. Weiske a. a. O. S. 9.

Digitized by Google

ätherschwefelsaures Salz vorhandenen Schwefels macht sich mit steigender Eiweissaufnahme, zum Theil auf Kosten von *A* und *C*, zum Theil in Folge einer geringen Vermehrung des Schwefelgehaltes im Harn überhaupt, eine deutliche und regelmässige Steigerung bemerkbar. Ausserdem findet sich sowohl bei der Heufütterung als auch bei der Heu- und Bohnenfütterung noch ein nicht unerheblicher Theil von Schwefel, welcher weder in der Form von schwefelsauren noch in der Form von ätherschwefelsauren Salzen vorhanden war und aus dem Filtrat nach Abscheidung der ebengenannten beiden Schwefelverbindungen durch Schmelzen der zur Trockene eingedampften Flüssigkeit mit Kali und Salpeter gewonnen werden konnte. Dieser Schwefelrest war bei der Wiesenheufütterung etwas grösser als bei der eiweissreichen Heu- und Bohnenfütterung [1]).

Das relative Verhältniss der verschiedenen Schwefelmengen, welche pro Tag im Harn des Versuchsthieres entleert wurden, befindet sich in nachstehender Tabelle zusammengestellt, und zwar ist hierbei berechnet, wie viel Schwefel in Form von schwefelsauren, ätherschwefelsauren Salzen oder als Schwefelrest auf 100 Theile Harnstickstoff je nach der verschiedenen Fütterungsweise zur Ausscheidung gelangte.

Art der Fütterung	S als Schwefelsäure	S als Aetherschwefelsäure	S-Rest
0,75 kg Stroh	4,52	5,51	—
1,25 kg Heu	7,94	5,96	—
1,25 kg „	8,53	6,17	2,08
0,75 kg Heu und 0,5 kg Bohnen .	3,41	3,04	0,76
0,75 kg „ „ 0,5 kg „ .	4,03	3,29	0,74

Der oben bereits ausführlich erörterte Einfluss des Vorhandenseins von schwefelsauren Salzen oder anderen Schwefelverbindungen im Wiesenheu neben dem Schwefel der Eiweissstoffe tritt bei diesen relativen Zahlen besonders deutlich hervor. Weiter ergibt sich aus obiger Berechnung, dass das Verhältniss von Harnstickstoff zu den vorhandenen Aetherschwefelsäuren kein constantes ist, d. h. dass

1) C. Voit fand, dass bei Fleischfütterung die Quantität des nicht oxydirten, durch $BaCl_2$ nicht fällbaren Schwefels im Hundeharn mit der Menge der im Körper umgesetzten Nh-Bestandtheile wächst, dass dagegen bei Brodfütterung mehr Schwefel im unoxydirten Zustand vorhanden war als bei Fleischfütterung (Bischoff u. Voit, Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers [1860] S. 284).

Digitized by Google

die bei Eiweisssteigerung im Futter beobachtete Vermehrung der ätherschwefelsauren Salze im Harn nicht genau in dem Maasse wächst, in welchem eine Mehraufnahme von verdaulichen Eiweissstoffen stattgefunden hat [1]).

Beim Erwärmen und Abdampfen des Schafharns mit Essigsäure machte sich stets eine geringe, aber sehr deutliche Entwickelung von Schwefelwasserstoff (durch Bleipapier nachweisbar, welches allmählich intensiv schwarzbraun gefärbt wurde) bemerkbar. Noch intensiver und schneller trat diese Schwefelwasserstoffentwickelung auf, wenn der Harn mit Salzsäure versetzt und gekocht wurde. Menschenharn zeigte dieses Verhalten zwar ebenfalls, aber nur in sehr geringem Maasse [2]). Selbst ohne jeden Säurezusatz war beim starken Kochen des alkalisch reagirenden Schafharns schwache Schwefelwasserstoffentwickelung durch Bleipapier nachweisbar [3]). Letztere liesse sich wohl dadurch erklären, dass nach den Angaben von Neubauer und Vogel [4]) Sulfate im feuchten Zustande bei Gegenwart von organischen Substanzen erwärmt Schwefelwasserstoff entwickeln können, oder auch dadurch, dass sulfocyansaure Salze mit Kalilauge erwärmt gleichfalls H_2S-Reaction geben [5]).

1) R. v. d. Velten fand ebenfalls, dass die tägliche Ausscheidungsgrösse der gepaarten Schwefelsäuren im Menschenharn je nach der Nahrung unter normalen Verhältnissen sehr schwankt und 0,617 — 0,094 g betragen kann, wobei jedoch das Verhältniss zwischen S als Sulfaten und S als ätherschwefelsauren Salzen ein nahezu constantes blieb und nur zwischen 1 : 0,0708 und 1 : 0,1442 wechselte. Eine derartige Constanz machte sich bei obigen Resultaten nicht bemerkbar, wennschon auf die höchste S-Ausscheidung als Sulfat auch die grösste S-Menge als ätherschwefelsaures Salz zu fallen pflegte und umgekehrt. Wesentlich verschieden von v. d. Velten's Beobachtungen war insbesondere das Mengenverhältniss zwischen beiden S-Verbindungen, welches sich im Menschenharn durchschnittlich wie 1 : 0,1, im Schafharn dagegen nahezu wie 1 : 1 erwies.

2) Dass Menschen-, Hunde- und Pferdeharn beim Erhitzen mit Salzsäure Schwefelwasserstoffreaction gibt, beobachtete bereits Sertoli. Schönbein bemerkte, dass Menschenharn mit amalgamirten Zinkspänen und verdünnter Schwefelsäure behandelt auch nach Entfernung aller Sulfate Schwefelwasserstoff entwickelt.

3) C. Voit gibt bezüglich des Hundeharns an, dass derselbe mit Kalilauge oder Kalkwasser in einem blanken Silbertiegel erwärmt die innere Oberfläche desselben schwarz färbt (Ztschr. f. Biologie Bd. 1 S. 149).

4) Neubauer u. Vogel, Anleitung zur quant. u. qual. Analyse des Harns (1876) S. 74.

5) v. Gorup-Besanez, Lehrbuch d. physiol. Chemie (1878) S. 270.

Digitized by Google

Wurde der Schafharn mit Salzsäure versetzt stundenlang im Becherglase gekocht, so verschwand die Schwefelwasserstoffentwickelung allmählich nahezu vollständig. In einem Falle (Harn vom 15. März) versuchte ich, die Menge des durch Kochen mit Salzsäure in Form von Schwefelwasserstoff entweichenden Schwefels auf folgende Weise zu bestimmen. Einestheils wurden 100 ccm Harn in der angegebenen Weise wiederholt mit Salzsäure stark und anhaltend gekocht, hierauf zur Trockene verdampft und mit Kali und Salpeter geschmolzen, die aufgelöste Schmelze alsdann in 2 gleiche Theile getheilt und in jedem derselben der Schwefelsäuregehalt durch Fällen mit Chlorbarium festgestellt. Je 50 ccm Harn ergaben auf diese Weise behandelt 0,9163 g und 0,9208 g $BaSO_4$, im Mittel also 0,9186 g. Anderntheils wurden 50 ccm desselben Harns ohne Säurezusatz direct eingedampft und mit Kali und Salpeter geschmolzen, die Schmelze aufgelöst, nach Abscheidung geringer Mengen von Kieselsäure mit Chlorbarium gefällt und hierbei 0,9387 g $BaSO_4$ erhalten [1]). Es hatte sich demnach durch Kochen mit Salzsäure ein Verlust von 0,0210 g $BaSO_4$ = 0,00288 g S in 50 ccm Harn herausgestellt. Berechnet man nach beiden Resultaten die innerhalb 24 Stunden im Harn ausgeschiedene Schwefelmenge, so erhält man im ersteren Falle 2,220 g, im letztern 2,269 g, mithin eine Differenz von ca. 0,05 g Schwefel pro Tag. Erstere Zahl stimmt mit der in der Tabelle angegebenen: 2,218, welche durch Addition des als Schwefelsäure und Aetherschwefelsäure vorhandenen Schwefels sowie des Schwefelrestes gefunden worden war, gut überein. Offenbar hatte sich bei Ermittelung des als Schwefelsäure und als Aetherschwefelsäure im Harn enthaltenen Schwefels, sowie bei der Bestimmung des Schwefelrestes in Folge des Kochens und Eindampfens der mit Essig- und Salzsäure versetzten Flüssigkeit ebenfalls der in Form von Schwefelwasserstoff austreibbare Schwefel grösstentheils verflüchtigt.

Bereits Sertoli, Loebisch, C. Voit u. A. versuchten die im Harn vorkommende organische Schwefelverbindung, welche Schwefelwasserstoff zu entwickeln im Stande ist, darzustellen, und Gscheidlen sowie J. Munk ist es gelungen, den Nachweis zu

1) Von Herrn Dr. Kennepohl bestimmt.

Digitized by Google

führen, dass der Menschen-, Pferde-, Rinder-, Hunde-, Kaninchen- und Katzenharn Schwefelcyan an Kalium und Natrium gebunden als constanten Bestandtheil enthält, aus dem durch Zink und Salzsäure oder auch durch Kochen mit Salzsäure allein Schwefelwasserstoff entwickelt werden kann. Gscheidlen[1]) fällte zum Nachweis der Schwefelcyanverbindungen zunächst aus dem Harn die Sulfate und Phosphate mit Barytwasser, dampfte zur Syrupconsistenz ein, extrahirte mit Alkohol und stellte mit den vom Alkohol durch Destillation und von Farbstoffen durch Thierkohle befreiten Flüssigkeiten die verschiedenen Schwefelcyanreactionen an, wobei sich durchweg positive Resultate ergaben. Ferner suchte Gscheidlen auch auf colorimetrischem Wege den Gehalt des Harns an Schwefelcyanverbindungen quantitativ zu ermitteln und fand hierbei im Mittel aus 14 Bestimmungen 0,0225^{g} Schwefelcyan, entsprechend 0,0124^{g} S in 1000 Theilen Menschenharn. Im Pferde-, Rinder- und Hundeharn glückte die Bestimmung des Schwefelcyans nicht wegen zu starker Färbung der Flüssigkeiten. In 28 resp. 43^{ccm} Kaninchenharn wurden 0,0005 resp. 0,0006^{g} Schwefelcyan d. i., 0,0155 ‰ ermittelt. Harn, welcher von Hunden stammte, denen sämmtliche Ausführungsgänge der Speicheldrüsen durchschnitten waren und bei denen hierdurch Speichel und Harn gesondert aufgefangen werden konnten, enthielt, da ihm auf diese Weise die Zufuhr von Schwefelcyanverbindungen abgeschnitten war, keine Spur dieser Substanz und entwickelte nach Ausfällen der Sulfate auf Zusatz von Zink und Salzsäure keinen Schwefelwasserstoff. Gscheidlen nimmt daher an, dass die Schwefelwasserstoffentwickelung des Harns, welche durch Zink und Salzsäure hervorgerufen werden kann, auf den Gehalt des Harns an einer Schwefelcyanverbindung zurückzuführen ist.

J. Munk[2]) versetzte zum Nachweis des Sulfocyans den Harn mit saurer Silberlösung, zerlegte den Niederschlag durch H_2S und prüfte das Filtrat mit Eisenchlorid oder durch Destillation mit Schwefelsäure. Zur quantitativen Bestimmung fällte derselbe 100^{ccm} Harn nach Zusatz von Schwefelsäure mit Silberlösung, wog den bei

1) Chemisches Centralblatt 1877 S. 88.

2) Virchow's Archiv Bd. 69 S. 354.

Digitized by Google

100^0 getrockneten Niederschlag und schmolz ihn hierauf behufs nachheriger Ermittelung seines S-Gehaltes mit Kali und Salpeter. Im Mittel von 3 Bestimmungen berechnete sich aus der gefundenen Schwefelsäure in 100^{ccm} Menschenharn $0{,}011^g$ sulfocyansaures Natrium. Ausserdem stellte J. Munk auch im Menschenharn den Gehalt an Sulfaten und nicht oxydirtem Schwefel fest und fand in 100^{ccm} Harn an Schwefel 1. als Sulfat: $0{,}063 - 0{,}090^g$, 2. als unoxydirten S: $0{,}010 - 0{,}0105^g$ und 3. als Sulfocyansäure: $0{,}0034 - 0{,}0046^g$.

Auch die von mir im Schafharn beim Kochen desselben mit HCl beobachtete H_2S-Entwickelung dürfte wohl im Wesentlichen auf das Vorhandensein von Schwefelcyankalium zurückzuführen sein und die durch Austreiben von Schwefelwasserstoff am 15. März ermittelte Schwefelmenge von ca. $0{,}05^g$ pro Tag ungefähr derjenigen entsprechen, welche in der Form von Schwefelcyankalium im Harn vorhanden war. Allerdings würde unter dieser Annahme der Schwefelcyangehalt des Schafharns wesentlich grösser gewesen sein, als ihn Gscheidlen und Munk beim Menschenharn beobachteten, was indess insofern nicht unwahrscheinlich ist, als das Schaf ganz besonders bei Fütterung mit trockenen Futtermitteln behufs Durchfeuchtung derselben während des Kauens sehr beträchtliche Mengen von Speichel, der Quelle des Schwefelcyans im Harn, secernirt und verschluckt [1]).

Ausser dem in Form von Schwefelsäure, Aetherschwefelsäuren und vermuthlich als Schwefelcyan vorhandenen Schwefel fand sich im Harn des Schafes noch ein beachtenswerther Theil des Schwefels vor, welcher durch Kochen mit Salzsäure nicht als Schwefelwasserstoff ausgetrieben werden konnte. In welcher Verbindung der Harn diesen Schwefel enthielt, muss vorläufig noch dahingestellt bleiben; möglich wäre, dass derselbe in Form von Sulfonsäuren, die bekanntlich sehr beständig sind und durch Kochen mit Säuren meist nicht oder nur schwierig zerlegt werden, vorhanden war.

---

1) Hierbei ist allerdings vorausgesetzt, dass der Speichel des Schafes ebenso wie derjenige anderer Thiere Rhodanverbindungen enthält, was nach einer Angabe K. B. Hofmann's (Lehrbuch der Zoochemie I. S. 137) nicht der Fall sein soll. Inwieweit dies zutrifft, sowie ob, eventuell in welchen Quantitäten sulfocyansaure Salze im Schafharn factisch vorkommen, soll durch weitere Untersuchungen in dieser Richtung ermittelt werden.



Stellen wir die bezüglich des Schwefelgehaltes im Schafharn vom 15. März erhaltenen Resultate zusammen, so berechnen sich pro Tag folgende Zahlen:

Es waren im Harn enthalten als

a) schwefelsaure Salze	1,108g S	=	48,8%
b) ätherschwefelsaure Salze . . .	0,906 „	=	40,0
c) durch Kochen mit Salzsäure als H_2S austreibbar	0,0496 „	=	2,1
d) durch Schmelzen mit Kali und Salpeter nach Entfernung von a) b) c) nachweisbar	0,206 „	=	9,1
	2,269g S		100,0

Schliesslich führe ich nachstehend noch eine Reihe von Schwefelbestimmungen an, zu deren Ausführung Fütterungsversuche mit normalem und saurem Wiesenheu Gelegenheit boten [1]). Der betreffende Harn stammte von 2 Schaflämmern gleichen Alters und gleicher Rasse, welche Monate hindurch genau ein und dasselbe Futter erhalten und auch ganz gleiche Quantitäten davon aufgenommen hatten. Dem einen Thiere war das als Futter dienende Heu jedoch im normalen Zustande und dem anderen nach vorheriger Behandlung mit bestimmten Mengen verdünnter Schwefelsäure und nachherigem Trocknen verabreicht worden. An je 8 hinter einander folgenden Tagen, nämlich vom 21. bis 28. Mai bei dem mit saurem Heu und am 7. bis 14. Juni bei dem mit normalem Heu gefütterten Lamme, wurden in dem regelmässig quantitativ gesammelten Harn Bestimmungen des Stickstoffs, des in Form von Schwefelsäure (*A*) und von Aetherschwefelsäure (*B*) vorhandenen Schwefels sowie des Gesammtschwefels (*C*) in der bereits früher angegebenen Weise ausgeführt und hierbei folgende Resultate erhalten [2]).

1) Die betreffenden Fütterungsversuche waren angestellt worden, um die Wirkung andauernder starker Säurezufuhr in den Organismus auf die Ernährung und Knochenzusammensetzung der Thiere zu ermitteln. Ueber Versuche, welche den Einfluss der im Körper aus dem Schwefel der Eiweissstoffe gebildeten Schwefelsäure bei mineralstoffarmem Futter auf die Ernährung der Thiere feststellen sollten, hat kürzlich L. Lunin berichtet (Ztschr. f. physiol. Chemie Bd. 5 S. 31). Ich werde auf diese und andere in ähnlicher Richtung ausgeführte Arbeiten bei Veröffentlichung meiner Versuche über diesen Gegenstand ausführlicher zu sprechen kommen.

2) Sämmtliche Stickstoffbestimmungen sind von Herren Dr. Kennepohl

Digitized by Google

In dem innerhalb 24 Stunden entleerten Harn wurden ausgeschieden:

I. Lamm mit saurem Heu gefüttert.

Datum Mai	tägliche Harnmenge incl. 200 ccm Spülwasser	Stickstoff	Schwefel			Differenz zwischen A+B u. C
			A	B	C	
21.	618,5 ccm	8,19 g	2,34 g	0,415 g	3,11 g	0,355 g
22.	591,0	7,78	2,20	0,412	2,92	0,308
23.	602,0	7,92	2,14	0,376	2,84	0,324
24.	590,0	7,76	2,10	0,374	2,80	0,326
25.	615,5	8,27	2,19	0,410	2,93	0,330
26.	629,5	8,28	2,32	0,395	3,13	0,415
27.	629,0	8,21	2,37	0,362	3,06	0,328
28.	624,5	8,31	2,58	0,349	3,09	0,161
Mittel:	—	8,09	2,28	0,387	2,99	0,318

II. Lamm mit normalem Heu gefüttert.

Datum Juni	tägliche Harnmenge incl. 200 ccm Spülwasser	Stickstoff	Schwefel			Differenz zwischen A+B u. C
			A	B	C	
7.	685,5 ccm	10,00 g	0,365 g	0,544 g	1,10 g	0,191 g
8.	633,0	10,35	0,210	0,543	0,90	0,147
9.	683,0	10,54	0,304	0,574	1,06	0,182
10.	670,0	9,44	0,273	0,551	1,02	0,196
11.	695,0	10,18	0,307	0,539	1,03	0,184
12.	710,0	10,58	0,413	0,496	1,09	0,181
13.	714,0	10,09	0,404	0,536	1,17	0,230
14.	672,0	10,00	0,232	0,550	0,96	0,178
Mittel:	—	10,15	0,314	0,544	1,04	0,186

Der Harn des mit normalem Heu gefütterten Lammes reagirte stets stark alkalisch, derjenige des mit saurem Heu gefütterten dagegen sauer oder neutral. Zur Gesammtschwefelbestimmung wurde dem letzteren, um Verluste an Schwefel zu vermeiden, regelmässig vor dem Eindampfen und Schmelzen mit Salpeter Kali zugesetzt.

Ueberblickt man die in vorstehenden Tabellen zusammengestellten Resultate, so fällt zunächst ins Auge, dass die Schwefelausscheidung im Harn bei dem mit saurem Heu gefütterten Lamm

und B. Schulze, die Gesammtschwefelbestimmungen von Herrn Dr. Kennepohl ausgeführt.

Digitized by Google

gegenüber dem mit normalem Heu gefütterten entsprechend der starken Schwefelsäurezufuhr im Futter um etwa das 3fache erhöht war [1]). Das Plus an täglich im Harn entleertem Schwefel betrug durchschnittlich 1,95^g. Addirt man diese Zahl zu der im Durchschnitt pro Tag von dem mit normalem Heu gefütterten Lamm in Form von schwefelsauren Salzen ausgeschiedenen Schwefelmenge 0,314, so erhält man 2,264^g Schwefel, welche Zahl mit der entsprechenden des andern Lammes, 2,280^g, derart übereinstimmt, dass (nach Abzug der dem Heu extra zugefügten Schwefelsäure) die Annahme einer gleichen Schwefelsäureausscheidung im Harn beider Thiere anzunehmen ist. Anders verhält es sich dagegen in Betreff des in Form von ätherschwefelsauren Salzen entleerten Schwefels. Die Menge desselben ist bei dem normal ernährten Thiere grösser als bei dem mit gleichem Futter, aber unter Schwefelsäurezusatz gefütterten. Ob diese Differenz lediglich auf eine verschiedene Individualität der beiden Versuchsthiere zurückzuführen ist [2]), oder ob dieselbe durch die Schwefelsäurezufuhr in der Nahrung, welche auch den Stickstoffumsatz verminderte, verursacht wurde, muss vorläufig dahingestellt bleiben. Letztere Annahme hat indess insofern viel Wahrscheinlichkeit für sich, als bereits früher gefunden wurde, dass beim Schaf mit der Verminderung der N-Ausscheidung im Harn auch die Menge des in Form von ätherschwefelsauren Salzen entleerten Schwefels fällt.

Bei beiden Lämmern zeigte sich diejenige Menge von Schwefel, welche weder als Schwefelsäure noch als Aetherschwefelsäure im Harn vorhanden war, verhältnissmässig grösser als bei den ausgewachsenen Hammeln. Ganz besonders gross war die Quantität dieses Schwefelrestes bei dem mit saurem Heu gefütterten Lamm. Inwieweit letztere Erscheinung etwa auf abnorme, durch die Schwefelsäurefütterung veranlasste Verhältnisse, insbesondere auf ungenügende Oxydationsvorgänge im Organismus zurückzuführen ist, müssen weitere Versuche in dieser Richtung entscheiden. Jeden-

1) Stärkere Schwefelsäureausscheidung und vermehrte Acidität im Harn beobachtete u. A. auch Gähtgens nach Injection von verdünnter Schwefelsäure in den Magen eines Hundes (Centralbl. f. d. med Wissenschaften 1872 Nr. 53).

2) L. Brieger fand z. B. den Gehalt an Aetherschwefelsäuren im Menschenharn bei gewissen Krankheiten vermehrt (Ztschr. f. physiol. Chemie Bd. 2 S. 241).

Digitized by Google

falls dürfte aber aus diesen Untersuchungen hervorgehen, dass im Schafharn ausser dem in Form von Schwefelsäure, Aetherschwefelsäuren und vermuthlich als Schwefelcyan vorhandenen Schwefel noch ein Schwefelrest von sehr variabler Grösse vorkommt, dessen Qualität durch weitere Untersuchungen ermittelt werden soll. Die Quantität dieses Schwefelrestes ist wohl meist gering, kann aber unter Umständen auch sehr erheblich sein, so dass sich in Folge dessen der Gehalt des als Schwefelsäure oder als Aetherschwefelsäure im Harn vorhandenen Schwefels durch Bestimmung von nur einer dieser beiden Schwefelverbindungen und des Gesammtschwefels aus der Differenz, wenigstens beim Schafharn, mit irgend welcher Sicherheit nicht ermitteln lässt.

Analytische Belege.

1. N-Bestimmungen.

1 ccm Natronlauge = 0,0027208 g N.

Datum März	Harn	NaOH	N
2.	4 ccm Harn	= 20,35 ccm NaOH = 20,10 "	= 0,054960 g N
8.	5 "	= 29,85 " = 29,25 "	= 0,080399 "
9.	5 "	= 27,30 " = 27,15 "	= 0,074142 "
14.	4 "	= 41,45 " = 41,75 "	= 0,113185 "
15.	4 "	= 45,90 " = 46,05 "	= 0,125021 "

2. S-Bestimmungen.

Aus je 50 ccm Harn wurden an $BaSO_4$ erhalten:

Datum März	*A*		*B*		*C*
2.	0,2258 g 0,2271 0,2255	0,2261 g	0,2753 g 0,2751 0,2766	0,2757 g	—
8.	0,4641 g 0,4658 —	0,4650 g	0,3498 g 0,3486 0,3483	0,3489 g	—
9.	0,4623 g 0,4605 0,4585	0,4604 g	0,3348 g 0,3330 0,3307	0,3328 g	0,1123 g

Digitized by Google

Datum März	A		B		C	
14.	0,3526 g 0,3535 0,3493	0,3518 g	0,3146 g 0,3128 0,3128	0,3134 g	0,0795 g 0,0765	0,0780 g
15.	0,4588 g 0,4588 0,4573	0,4583 g	0,3748 g 0,3751	0,3750 g	0,0843 g	

Lamm mit saurem Heu gefüttert.

1. N-Bestimmungen.

1 ccm Natronlauge = 0,002547 g N.

Datum Mai						
21.	6 ccm Harn + Spülwasser	= 31,10 ccm = 31,25	Na O H „	= 0,079469 g	N
22.	6 „ „	= 31,00 = 31,00	„ „	= 0,078959	„
23.	6 „ „	= 30,90 = 31,05	„ „	= 0,078959	„
24.	6 „ „	= 31,20 = 30,80	„ „	= 0,078959	„
25.	6 „ „	= 31,65 = 31,65	„ „	= 0,080613	„
26.	6 „ „	= 31,20 = 30,80	„ „	= 0,078959	„
27.	6 „ „	= 31,00 = 30,50	„ „	= 0,07832	„
28.	6 „ „	= 31,40 = 31,30	„ „	= 0,079848	„

2. S-Bestimmungen.

Zur Bestimmung von *A* und *B* wurden je 25 ccm, zu derjenigen von *C* je 20 ccm Harn verwendet und hierbei folgende Mengen $BaSO_4$ erhalten:

Datum Mai	A		B		C	
21.	0,6872 g 0,6876	0,6874 g	0,1219 g 0,1224	0,1222 g	0,7289 g 0,7362	0,7326 g
22.	0,6738 g 0,6785	0,6762 g	0,1289 g 0,1250	0,1270 g	0,7193 g —	0,7193 g
23.	0,6488 g 0,6440	0,6464 g	0,1151 g 0,1125	0,1138 g	0,6872 g 0,6881	0,6877 g
24.	0,6460 g 0,6477	0,6469 g	0,1170 g 0,1135	0,1153 g	0,6937 g 0,6881	0,6909 g

Digitized by Google

Datum Mai	*A*		*B*		*C*	
25.	0,6458 g	0,6468 g	0,1210 g	0,1212 g	0,6998 g	0,6934 g
	0,6478		0,1213		0,6870	
26.	0,6713 g	0,6702 g	0,1150 g	0,1143 g	0,7193 g	0,7251 g
	0,6690		0,1136		0,7304	
27.	0,6837 g	0,6860 g	0,1053 g	0,1047 g	0,7145 g	0,7085 g
	0,6883		0,1040		0,7024	
28.	0,7533 g	0,7534 g	0,1023 g	0,1018 g	0,7194 g	0,7205 g
	0,7535		0,1012		0,7216	

Lamm mit normalem Heu gefüttert.

1. N-Bestimmungen.

1 ccm Natronlauge = 0,002547 g N.

Datum Juni				
7.	6 ccm Harn + Spülwasser	= 34,50 ccm NaOH	= 0,087489 g N	
		= 34,20 „		
8.	6 „ „	= 38,55 „	= 0,098059 „	
		= 38,45 „		
9.	6 „ „	= 36,40 „	= 0,092583 „	
		= 36,30 „		
10.	6 „ „	= 33,25 „	= 0,084560 „	
		= 33,15 „		
11.	6 „ „	= 34,50 „	= 0,087872 „	
		= 34,50 „		
12.	6 „ „	= 35,10 „	= 0,089399 „	
		= 35,10 „		
13.	6 „ „	= 33,30 „	= 0,084815 „	
		= 33,30 „		
14.	6 „ „	= 35,15 „	= 0,089272 „	
		= 35,00 „		

2. S-Bestimmungen.

Zur Bestimmung von *A* und *B* wurden je 25 ccm, zu derjenigen von *C* je 20 ccm Harn verwendet und hierbei folgende Mengen $BaSO_4$ erhalten:

Datum Juni	*A*		*B*		*C*	
7.	0,0970 g	0,0970 g	0,1448 g	0,1445 g	0,2321 g	0,2347 g
	0,0970		0,1441		0,2373	
8.	0,0600 g	0,0605 g	0,1558 g	0,1562 g	0,2089 g	0,2077 g
	0,0610		0,1566		0,2065	
9.	0,0805 g	0,0810 g	0,1530 g	0,1529 g	0,2237 g	0,2251 g
	0,0815		0,1528		0,2264	

Digitized by Google

Datum Juni	*A*		*B*		*C*	
10.	0,0742 g 0,0740	0,0741 g	0,1490 g 0,1506	0,1498 g	0,2220 g 0,2200	0,2210 g
11.	0,0810 g 0,0800	0,0805 g	0,1405 g 0,1418	0,1412 g	0,2176 g 0,2145	0,2161 g
12.	0,1055 g 0,1065	0,1060 g	0,1273 g 0,1268	0,1271 g	0,2193 g 0,2258	0,2226 g
13.	0,1025 g 0,1035	0,1030 g	0,1363 g 0,1368	0,1366 g	0,2343 g 0,2422	0,2383 g
14.	0,0630 g 0,0625	0,0628 g	0,1493 g 0,1485	0,1489 g	0,2064 g 0,2100	0,2082 g

Digitized by Google

Ueber Fleisch- und Fettproduction in verschiedenem Alter und bei verschiedener Ernährung.

(Nach Versuchen mit Schafen, auf der Versuchsstation Göttingen-Weende von Dr. E. Kern und Dr. H. Wattenberg ausgeführt.)

Referat von

W. Henneberg.

Der specifische Werth der Fleischstücke, die wir für unsern Haushalt beziehen, beruht auf ihrem Gehalt an Fleisch im engeren Sinne des Worts, an Muskelfleisch, Muskelsubstanz. Von den übrigen gewöhnlichen[1]) Bestandtheilen derselben bilden die Knochen, Bänder, Sehnen und das gröbere Bindegewebe mehr oder weniger werthlose, ja lästige Zugaben, und ist das Fett nur bis zu einem gewissen Maasse erwünscht. Während wir, um uns Eiweissstoffe von der eigenthümlichen Beschaffenheit und in der eigenthümlichen Mischung mit anderen Stoffen zu verschaffen, wie das Muskelfleisch sie enthält, — falls nicht selbst Producenten — auf den Ankauf von frischen Fleischstücken oder von Fleischconserven angewiesen sind, kommt Speisefett nicht bloss als Bestandtheil von Fleischwaaren, sondern auch für sich in den Handel. Und zwar nicht bloss in der Form von Producten des Thierreichs, sondern auch des Pflanzenreichs, denn ausser Talg, Speck, Schmalz, Butter finden bekanntlich auch vegetabilische Oele als Speisefett Verwendung. Im Zusammenhange damit steht und ist ferner zu berücksichtigen, dass die gewöhnlichen Speisefette einen in dem Verhältniss 1 : 3 bis 1 : 6 niedrigeren Preis haben als die, von der Trockensubstanz des Muskelfleisches etwa

1) Die Fleischstücke enthalten gewöhnlich, nicht aber in allen Fällen, Knochen etc.


Digitized by Google

85% ausmachenden, Fleisch-Eiweissstoffe[1]). — Die Ansprüche, welche die deutsche Küche an die Fleischstücke in Bezug auf Fettgehalt stellt, beschränken sich, nach dem Vorigen in ganz berechtigter Weise, darauf, dass dieselben mit Fett nur so weit umwachsen und durchwachsen sind, als dadurch ihre Lockerung und Durchsaftung befördert, das entschiedene Vorwalten des Fleischgeschmacks aber nicht beeinträchtigt wird. Von mit Fett überladenen Fleischstücken entzieht sich in unseren besser situirten Haushaltungen gewöhnlich ein keineswegs zu vernachlässigender Procentsatz des Fettes wenn nicht der Verwendung als Nahrungsmittel überhaupt, so doch der Verwendung auf dem eigenen Tische. Dies gilt namentlich von dem Fett des Rind- und Schaffleisches, also des Fleisches derjenigen Thiere, welche uns vorzugsweise die Braten- und Kochstücke liefern. Bei dem nicht mit Fleischstücken verbundenen Fett, dem sog. losen Talg des Rindes und Schafs, bildet die Verwendung zu technischen Zwecken (Seifenfabrikation etc.) um verhältnissmässig niedrigen Preis fast ausnahmslos die Regel.

Es ist darnach einleuchtend, dass die möglichste Steigerung der Production von Fleisch im engeren Sinne des Worts — gegenüber dem Fett — insbesondere bei dem Rind und Schaf die grösste Beachtung verdient.

---

1) Nach Fr. Hofmann: Die Bedeutung von Fleischnahrung etc. (Leipzig 1880) S. 24, erhielt man 1877 im Engros-Einkauf zu Leipzig für 1 Mark:

980g knochenhaltiges Rindfleisch mit 159g Eiweiss und 53g Fett,
1042g Rindertalg mit 1031g Fett.

Darnach kamen 1000g Fett im Rindertalg auf 0,97 M. zu stehen. Bringt man dem entsprechend für 53g Fett im Rindfleisch 0,05 M. in Abzug, so kosteten 159g Rindfleisch-Eiweiss 0,95 M., 1000g mithin 5,97 M., also reichlich 6 mal so viel wie 1000g Fett.

J. König (Chemie der menschl. Nahrungs- u. Genussmittel I [Berlin 1879] S. 207 ff.) berechnet, indem er als Handelspreis von 1000g Fett den ungefähren Durchschnitt der Preise von Talg-, Schmalz- und Butterfett, nämlich 2,0 M., von 1000g knochenfreiem Rindfleisch mit 5% Fett und 20% Eiweissstoffen 1,4 M. zu Grunde legt, den Geldwerth von 1000g Fleisch-Eiweiss auf 6,5 M. Der Preis des letzteren stellt sich nach dieser Berechnung wenn auch nicht auf das 6fache, so doch noch auf reichlich das 3fache des Fettpreises.

Vgl. auch: Die Bewegung der Fleisch- und Fettpreise in Deutschland seit dem Jahre 1852 und ihre Ursachen von Jul. Pierstorff; Journ. f. Landwirthschaft 1880 S. 501—579.

Digitized by Google

Die Ueberführung dieser Thiere in schlachtbaren Zustand geschieht in verschiedener Weise. Entweder zieht man sie bei mässigem Futter in mässigem Tempo auf, benutzt sie, nachdem sie ausgewachsen, kürzere oder längere Zeit als Zugvieh, Milchvieh, Wollvieh etc. und macht sie schliesslich durch Mastfutter für die Schlachtbank reif. Oder man verzichtet von vorn herein auf ihre Verwendung zu anderen Zwecken und geht unmittelbar darauf aus, sie als Schlachtvieh zu verwerthen. In dem letzteren Falle mästet man sie entweder sogleich von früher Jugend auf, oder füttert sie anfangs mässiger, gibt ihnen zu ihrer Entwicklung mehr Zeit und lässt erst zum Schluss volle Mastfütterung eintreten.

Die von den Herren Dr. E. Kern und Dr. H. Wattenberg auf der meiner Leitung unterstehenden Versuchsstation zu verschiedenen Zeiten ausgeführten Versuche mit Hammeln, über welche ich hier im Zusammenhange und mit thunlichstem Ausschluss von Details [1]) berichte, bezweckten in der Hauptsache einen Beitrag zur Beantwortung der Frage zu liefern, wie sich bei diesen Thieren je nach dem Aufzucht- und Mastverfahren das Verhältniss zwischen Muskelfleisch und Fett gestaltet. Sie sollten ferner die Ausfüllung einer Lücke anbahnen, welche sich in den bisherigen Tabellen über die Zusammensetzung der verschiedenen Fleischsorten vorfindet und welche darin besteht, dass die Tabellen nur Angaben für die von den Knochen abgelösten Weichtheile enthalten, nicht aber für die meist knochenhaltigen Fleischstücke, wie sie aus dem Fleischladen abgegeben werden.

Die obwaltenden Umstände machten es für das Mal unthunlich, die Versuche mit jungen Thieren früher als nach deren Entwöhnen von der Muttermilch in etwa halbjährigem Alter zu beginnen, sie also auf die erste Lebenszeit auszudehnen. Die Versuche bedürfen nach dieser, sodann aber auch nach verschiedenen andern Richtungen hin der Vervollständigung.

---

1) Bezüglich derselben ist auf zwei ausführliche, von analytischen Belegen begleitete Einzelreferate des Herrn Dr. Kern im Journ. f. Landwirthschaft (Jhrg. 1878 S. 549—630 und Jhrg. 1880 S. 289—398) zu verweisen.


Digitized by Google

A. Versuche mit älteren Thieren 1876/77.

Am 21. November 1876 wurden 10 gut genährte, nach der Bezeichnung des Schlachters „fast fleischige“ [1]) $2^3/_4$jährige Hammel des hiesigen Landschlags (sog. Leineschaf), aus einer grösseren Heerde ausgewählt, in 5 möglichst ausgeglichene Abtheilungen von je 2 Stück vertheilt und alsbald geschoren. Einige Tage nachher, am 27. November, wurden die beiden Thiere der einen Abtheilung — darunter das in den später folgenden Tabellen mit *A* I bezeichnete — geschlachtet und in weiter unten beschriebener Weise zerlegt. Die übrigen Thiere erhielten zunächst ganz gleichmässig eine erprobte Mastration, welche aus Luzerneheu, Runkelrüben, Maisschrot und Sesamkuchen bestand, nebst Brunnenwasser ad libitum und $7^1/_2$ g Kochsalz pro Tag und Stück. Nachdem sie dabei, Anfangs Februar, so weit gediehen waren, dass sie als fett, als ausgemästet im Sinne des deutschen Landwirths gelten konnten, wurden die beiden Thiere der dritten Abtheilung — darunter *A* II der Tabellen — am 6. Februar nach vorheriger Schur geschlachtet. Von den jetzt noch übrigen Abtheilungen wurde die vierte wie bisher weiter gefüttert, während man bei der ersten und zweiten Abtheilung, deren weitere Berücksichtigung hier keinen Zweck hat, weil die darin befindlichen Thiere von den Untersuchungen auf Fleisch- und Fettgehalt ausgeschlossen blieben, gewisse Veränderungen des Futters eintreten liess. Die Mastung der vierten Abtheilung wurde bis zur Erzielung hochfetter Waare fortgesetzt, bis zur Ausmästung im Sinne des englischen Landwirths, an welchen der Fleischmarkt bezüglich des Fettreichthums der Waare höhere Ansprüche als an den deutschen Landwirth' stellt. Als Kriterium für eine solche Ausmästung diente u. A. der Umstand, dass die Wägungen der Thiere zuletzt keine irgendwie wesentliche Zunahme des Lebendgewichts mehr ergeben hatten. Der Versuch wurde am 21. Juni 1877 mit dem Schlachten der zuvor geschorenen Thiere (darunter *A* III der Tabellen) abgeschlossen.

Während der ganzen Dauer des Versuchs erhielten die Thiere in sämmtlichen Abtheilungen von der ihnen ausgeworfenen Futtermischung so viel als sie mit Appetit zu verzehren vermochten. Sie wurden ferner — und ebenso auch die Thiere der folgenden Versuche — regelmässig jeden achten Tag morgens vor der ersten Fütterung gewogen und in einem heizbaren Stalle gehalten, dessen Temperatur man im Winter nicht erheblich unter + 10° R. herabsinken liess.

B. Versuche mit jungen Thieren 1877/79.

Es standen dazu 12 Stück 6—7 Monat alte Hammel-Lämmer aus derselben Heerde zur Verfügung, welcher die älteren Thiere des vorigen Versuchs entstammten. Die Lämmer waren bis dahin bei ihren Müttern verblieben und hatten in der letzten Zeit neben der Muttermilch $^1/_2$ kg Esparsetteheu und $^1/_6$ kg Hafer erhalten. Ihr Ernährungszustand war nur mässig, und man konnte sie kaum anders wie als „mager“ bezeichnen. Die Thiere wurden nach ihrer Ankunft auf der Versuchsstation, Anfangs Juli 1877, geschoren, gewogen und nach Aussonderung der zwei im Lebendgewicht am weitesten vom Durchschnitt ab-

1) Von dem Schlachter als „fleischig“ angesprochene Thiere haben „mageren“ Thieren gegenüber auch bereits einen gewissen Fortschritt im Fettansatz gemacht.

Digitized by Google

weichenden in 2 Abtheilungen von je 5 Stück vertheilt. Die ausgeschalteten Lämmer (*B* I der Tabellen) wurden am 10. Juli geschlachtet und zerlegt, die übrigen bis zum 17. Juli gleichmässig und von da an in der Weise gefüttert, dass die erste Abtheilung (*B* der Tabellen) eine auf sehr kräftige, nicht aber entschieden mastige, die zweite dagegen (*B** der Tabellen) eine auf stark mastige Körperentwicklung hinzielende Ration erhielt. Das „Zuwachsfutter" der ersten, wie das „Mastfutter" der zweiten Abtheilung wurde mit dem allmählichen Heranwachsen der Thiere allmählich verstärkt. Die nach diesem Princip normirte Fütterung dauerte bei der ersten Abtheilung bis zum 21. October 1878, bei der zweiten nur bis zum 17. Juni 1878, an welchem Tage der Versuch bei letzterer Abtheilung sein Ende nahm. Bei der ersten Abtheilung liess man am 22. October 1878 ein starkes Mastfutter an die Stelle des bisherigen Zuwachsfutters treten und verabreichte dasselbe bis zum Abschluss des Versuchs am 14. April 1879. — Als Futtermittel kamen zur Verwendung:

vom Juli bis 22. October 1877 Wiesenheu, Maisschrot und Leinkuchen in beiden Abtheilungen, daneben in der ersten Haferstroh;

vom 23. October 77 bis 17. Juni 78 Wiesenheu, Maisschrot, Sesamkuchen und Runkelrüben in beiden Abtheilungen, daneben in der ersten Haferstroh und in der zweiten Fleischfuttermehl (Rückstände der Fleischextractfabriken);

in der später allein noch übrigen ersten Abtheilung vom 18. Juni bis 21. October 78 Wiesenheu, Haferstroh, Maisschrot und Sesamkuchen, von da an Wiesenheu, Runkelrüben, Maisschrot und Sesamkuchen.

Die Quantität des vorgelegten Wiesenheus wurde stets dem freiwilligen Verzehr nach Möglichkeit angepasst. Blieben mehrere Tage hinter einander grössere Rückstände, so wurde die bisherige Heuration vermindert; frassen die Thiere umgekehrt mehrere Tage hinter einander scharf aus, so wurde sie vergrössert.

Trinkwasser (Brunnenwasser) und Kochsalz (in Form von grossen Steinsalzstücken zum Ablecken, sog. Lecksteinen) standen den Thieren ad libitum zu Gebote.

Von den ursprünglich in die beiden Abtheilungen eingestellten Thieren machten nicht alle den Versuch ganz durch, sondern es wurden einige davon im Verlauf desselben geschlachtet und zwar so weit sie hier in Betracht zu ziehen sind:

*B** III der Tabellen aus der zweiten Abtheilung (Mastfutter) am 22. Januar 78, nachdem die darin befindlichen etwa 12½ Monat alten Thiere als fett angesprochen werden konnten;

B II der Tabellen aus der ersten Abtheilung (Zuwachsfutter) am 6. Februar 78, also nahezu um dieselbe Zeit[1]) und in gleichem Alter wie *B** III, aber bei nicht ausgeprägt fettem, sondern nur fleischigem Zustande der Thiere;

B V der Tabellen nochmals aus der ersten Abtheilung am 22. October 78 zu der Zeit, wo starkes Mastfutter an die Stelle des bisherigen Zuwachsfutters

1) Die Aufarbeitung des am 22. Januar geschlachteten Thieres nahm so viel Zeit in Anspruch, dass es unthunlich war, vor dem 6. Februar abermals schlachten zu lassen.

Digitized by Google

trat und die etwa 21½ Monat alten Thiere als fleischig und fett zu charakterisiren waren.

Die in beiden Abtheilungen bis zuletzt übrig gebliebenen Thiere — etwa 27½ Monat alt in der ersten Abtheilung (darunter *B* VI der Tabellen) und 17½ Monat alt in der zweiten (darunter *B** IV) — hatten während der letzten Lebenswochen keine wesentlichen Fortschritte im Körpergewicht mehr gemacht und konnten die Bezeichnung: sehr fett, ausgemästet im Sinne des englischen Landwirths beanspruchen. —

Bezüglich des Scherens der Thiere während der Versuchszeit ist zu erwähnen, dass die im Januar, Februar und Juni 1878 geschlachteten Thiere nur einmal, in den beiden ersteren Fällen unmittelbar vor dem Schlachten, in dem letzten Falle 8 Wochen vorher (am 23. April) der Schur unterworfen wurden, die im October 78 und April 79 geschlachteten dagegen zum ersten Mal am 23. April 78 und zum zweiten Mal unmittelbar vor dem Schlachten. — —

Zum Verständniss der Zahlen in den später folgenden tabellarischen Uebersichten bedarf es dann noch näherer Angaben über das Schlachten und die weitere Zerlegung der Thiere, sowie über die Analyse der Futtermittel.

Bei dem Schlachten gelangten Gewichtsbestimmungen für folgende Körpertheile zur Ausführung:

Verblutungsblut;

Haut mit Einschluss der Beine von dem sog. Kniegelenke (Vorderfusswurzel) bzw. Sprunggelenke (Hinterfusswurzel) abwärts;

Magen- und Darminhalt;

Brust- und Baucheingeweide;

den Eingeweiden anhaftendes Fettgewebe (excl. Nierentalg), von dem Schlachter als „loser Talg" bezeichnet;

Kopf mit Zunge;

enthäuteter und ausgeweideter Körper ohne Kopf und ohne die bei der Haut verbliebenen Beinstücke, mit Einschluss dagegen von Nieren und Nierentalg.

Von diesen Theilen wurde der letztgenannte — die „Vier Viertel", das „Ausgeschlachtete Thier" in der Terminologie des Schlachters (engl. „Carcass") und für das „Schlachtgewicht" oder „Fleischergewicht" maassgebend — sowie ausserdem der lose Talg theils mechanisch, theils chemisch weiter zerlegt.

Nachdem die Vier Viertel in einem kühlen Raume frei hängend 24 Stunden aufbewahrt und vollständig erkaltet waren, wurden sie aufs neue gewogen, alsdann von einem sehr geschickten und erfahrenen Schlachter zuerst der Länge nach und darauf die beiden, im Gewicht stets nur unbedeutend differirenden Hälften handwerksgerecht in Keule, Carré, Lappen (Flanken), Blatt (Vorderkeule), Hals, Carbonadenstück und Brust getheilt, wobei zu bemerken, dass die in dem Fleischladen als Carré und Carbonadenstück abgegebenen Stücke beide Hälften umfassen. Das Zerlegen in die einzelnen Stücke geschah durch folgende theils mit dem Messer, theils mit Säge oder Beil ausgeführte Schnitte, wobei man sich zu denken hat, dass das ausgeschlachtete Thier in die natürliche Stellung des lebenden gebracht sei:

a) vom Rücken her rechtwinklig zur Wirbelsäule zwischen dem vorletzten und letzten Lendenwirbel hindurch senkrecht nach unten; dadurch nach hinten die Keule abgetrennt;

Digitized by Google

b) vom Rücken her rechtwinklig zur Wirbelsäule senkrecht in den Zwischenraum zwischen 6. und 7. Rippe, dann längs der 6. Rippe nach unten; dadurch Carré + Lappen vom Vorderviertel getrennt;

c) in dem Carré-Lappen-Stück horizontal dergestalt, dass die nach vorn verlängerte Schnittlinie die Mitte des Schulterblatts getroffen haben würde; dadurch Carré (das obere, die oberen Enden der 7 letzten Rippen einschliessende Stück) von den Lappen (im Wesentlichen Bauchwand) getrennt;

d) hinter dem Schulterblatt auf den Rippen her; dadurch Blatt abgelöst;

e) hinter dem letzten Halswirbel rechtwinklig zur Wirbelsäule senkrecht nach unten; dadurch nach vorn Hals abgetrennt;

f) unterhalb des ersten Rückenwirbels horizontal nach hinten; dadurch Carbonade (die 6 ersten Rückenwirbel mit den oberen Enden der zugehörigen Rippen einschliessend) von Brust getrennt.

Die so gewonnenen Fleischstücke wurden, nachdem sie einzeln gewogen, jedes für sich zu weiteren quantitativen Bestimmungen verwandt. Sie wurden zunächst mittels Messer und Schere möglichst rasch zerlegt in Knochen, Sehnen, Fleisch und Fettgewebe, soweit letzteres ohne Schwierigkeit vom Fleisch abgelöst werden konnte und ohne dass dabei das dem Fleisch aufgelagerte, dem Unterhautzellgewebe (Panniculus adiposus) angehörige Fettgewebe von dem übrigen getrennt gehalten wurde. Darauf liess man das Fleisch wiederholt eine Fleischmühle passiren, wobei ihm in Folge der eigenthümlichen Construction derselben[1]) der bei weitem grösste Theil des gröberen Bindegewebes mit Einschluss der gröberen Fettmembranen entzogen wurde. Dasselbe blieb als weissliche, noch mit etwas Fett behaftete Häute und Fasern in der Mühle zurück, wurde sorgfältig gesammelt und den Sehnen hinzugefügt. Von dem gemahlenen Fleisch wurden sofort sämmtliche zu den in Aussicht genommenen chemischen Untersuchungen erforderlichen Proben abgewogen und in einem Eisschranke, in welchem offene Schälchen mit Schwefelkohlenstoff standen, bis zu ihrer Verwendung aufbewahrt. Die Untersuchungen erstreckten sich auf den Gehalt des Fleisches an

Fett;

fettfreier Trockensubstanz;

anorganischen Bestandtheilen;

in kaltem Wasser löslichen Stoffen im Ganzen und beim Aufkochen des kalten Wasserextracts sich daraus ausscheidendem Eiweiss;

Stickstoff im ganzen Fleisch und im Wasserextract vor und nach dem Aufkochen. —

Das vom Fleisch mechanisch abgetrennte Fettgewebe wurde in kleine Würfel zerschnitten, zum Ausschmelzen des Fetts der Siedhitze ausgesetzt, das im Rückstand verbliebene Fett durch Aether ausgezogen, mit dem ausgeschmolzenen vereinigt und das gesammte Fett sowie der fettfreie Rückstand im getrockneten Zustande gewogen. In derselben Weise wurde mit dem losen Talg verfahren.

---

1) Das Mahlwerk bestand aus 2 gegen einander laufenden stählernen Quetschwalzen mit flachgängigem groben Schraubengewinde, unter denen der Länge nach in der Mitte eine die Walzen berührende Stahlschneide angebracht war.

Digitized by Google

Um die Bedeutung der in den tabellarischen Uebersichten vorkommenden Ausdrücke völlig klar zu stellen, wird es nicht überflüssig sein, an einem Beispiele zu erläutern, wie man auf Grund der eben besprochenen Bestimmungen zu den Zahlen für Procentgehalt der Fleischstücke an

Knochen,
Sehnen, Bindegewebe und Fettmembranen,
Fett wasserfrei,
Fleisch, fettfrei, wasserhaltig, und
Fleisch, fettfrei, wasserfrei,

gelangt ist.

Das Halsstück des fetten in dem Alter von ca. 12½ Monaten am 22. Januar 78 geschlachteten Jährlings B^* III wog im erkalteten Zustande 667 g und lieferte bei der Verarbeitung mit dem Messer und mit der Fleischmühle:

90 g Knochen = 13,5 % (*a*),
62 g Sehnen und gröberes in der Mühle zurückgebliebenes, noch etwas fetthaltiges Bindegewebe,
181 g mit dem Messer abgelöstes Fettgewebe,
331 g gemahlenes fetthaltiges Fleisch,
(664 g) — während 3 g durch Verdunstung etc. verloren gingen.

Nach den betreffenden Bestimmungen enthielten 181 g Fettgewebe 144,6 g und 331 g gemahlenes Fleisch (13,84 % =) 45,8 g wasserfreies Fett; auf das Halsstück kamen somit im Ganzen 144,6 + 45,8 = 190,4 g oder 28,5 % (*b*) wasserfreies Fett, wovon 21,6 % im abgelösten Fettgewebe und 6,9 % im gemahlenen Fleisch. Von 181 g Fettgewebe 144,6 g wasserfreies Fett abgezogen bleiben für Fettmembranen 36,4 g; diese den obigen 62 g Sehnen und gröberem Bindegewebe hinzuaddirt resultiren 98,4 g „Sehnen, Bindegewebe und Fettmembranen" = 14,8 % (*c*) des Halsstücks. Knochen (*a*), wasserfreies Fett (*b*) und Sehnen (*c*) betragen zusammen 13,5 + 28,5 + 14,8 = 56,8 %, die sonstigen Bestandtheile mit Einschluss des — hier wie sonst irrelevanten — Verlustes beim Zerlegen demnach 43,2 %. Dieselben sind in die Tabellen als „Fleisch, fettfrei, wasserhaltig" eingetragen. Es ist dabei indess zu bedenken, dass sie ausser eigentlichem Fleisch, ausser Muskeln mit Zubehör von Blutgefässen und darin zurückgebliebenem Blut, von Nerven und feinerem Bindegewebe, auch die feineren nicht in der Fleischmühle zurückgebliebenen Membranen der nicht mit dem Messer abgelösten Fettpartien umfassen. Der besagte Umstand würde, insofern es sich bei unseren Untersuchungen weniger um elementare Bestandtheile als um vergleichbare Stoffcomplexe handelte, kaum Beachtung verdienen, wenn man annehmen dürfte, dass er sich überall gleichmässig geltend gemacht hätte. Man würde zu dieser Annahme berechtigt sein, wenn das Verhältniss zwischen Fett und fettfreiem Fleisch in dem gemahlenen Fleische der verschiedenen Fleischstücke keine erheblichen Abweichungen zeigte. In Wirklichkeit aber schwankte dasselbe (vgl. Tab. IV) in ziemlich weiten Grenzen hin und her. Gewichtsbestimmungen jener Membranen wären daher wünschenswerth gewesen[1]), waren

1) Wünschenswerth — und in diesem Falle leicht ausführbar — wäre ferner gewesen, dass man die unter „Sehnen, Bindegewebe, Fettmembranen" zusammengefassten Bestandtheile mehr aus einander gehalten hätte.

Digitized by Google

aber wegen unzureichender Methoden nicht ausführbar. Einen Anhalt zur ungefähren Schätzung würde man dadurch haben gewinnen können, dass man in den von den Fleischstücken mechanisch abgetrennten Fettpartien, nachdem sie die Fleischmühle passirt hatten und dadurch von den gröberen Membranen befreit waren, das Verhältniss zwischen Fett und feineren Membranen ermittelt und darnach die auf das Fett im gemahlenen Fleisch fallende Membranmenge berechnet hätte. Zweckdienlicher noch und das in Rede stehende Bedenken so gut wie beseitigend wäre es gewesen, wenn man die mechanische Trennung des Fetts von den Fleischstücken nicht bloss so weit, wie sie ohne Schwierigkeit bewerkstelligt werden konnte, sondern so weit als möglich ausgeführt und dabei das dem Panniculus adiposus angehörige Fett von dem sonstigen getrennt hätte. — Die Vernachlässigung der Fettmembranen im Fleisch wird übrigens dadurch abgeschwächt, dass man bekanntlich guten Grund zu der Annahme hat: die dem Fleisch eingelagerten Fettzellen seien im Wesentlichen keine Neubildung, sondern in der Weise entstanden, dass bereits vorhandene Zellen (Bindegewebskörperchen) sich mit Fett gefüllt haben. Der Uebergang von magerem in fettes Fleisch kommt darnach durch blosses Eindringen von Fett als solchem oder von Material, welches sich innerhalb der Zellen in Fett umsetzt, zu Stande, die zur Umhüllung des Fetts dienenden Membranen sind bereits im mageren Fleisch vorhanden, und das fette Fleisch enthält von diesen Membranen nicht mehr als das magere, aus dem es hervorgegangen. — Dass es sich mit dem dem Fleisch aufgelagerten Fett des Panniculus adiposus ebenso verhält, ist allerdings wohl mehr in Frage zu stellen. —

Die Zahlen für „Fleisch, fettfrei, wasserfrei“ sind im Gegensatz zu denen für wasserhaltiges Fleisch, welche sich als Differenzwerthe ergeben haben, Resultate directer Bestimmungen. 100 g gemahlenes Fleisch von dem vorhin als Beispiel benutzten Fleischstück, welches 667 g wog und 331 g gemahlenes Fleisch lieferte, hinterliessen nach dem Trocknen und der Extraction mit Aether 17,18 g fettfreie Trockensubstanz, 331 g demnach 56,87 g entsprechend 8,5 % des Halsstücks und mit diesem Betrage als „Fleisch, fettfrei, wasserfrei“ in die betreffende Tabelle eingesetzt. Selbstverständlich sind Fettmembranen daran ebenfalls betheiligt.

Analyse der Futtermittel.

Im Allgemeinen wurde dabei wie gewöhnlich verfahren. In sorgfältig gezogenen Durchschnittsproben wurde der Gehalt an Feuchtigkeit, Mineralstoffen, Rohfett (Aetherextract), Rohfaser (stickstofffreie organische Substanz, in verdünnten Säuren und Alkalien, in Alkohol und Aether unlöslich) und an Stickstoff direct bestimmt, der Stickstoff durch Multiplication mit 6,25 auf Eiweissstoffe (Rohproteïn) berechnet und die Differenz: organische Substanz minus Summe von Fett, Rohfaser und Eiweissstoffen als stickstofffreie Extractstoffe in Ansatz gebracht. Bei den Runkelrüben wurde insofern ein etwas abweichendes Verfahren angewandt, als der Eiweissgehalt nicht aus dem Gesammtstickstoff, sondern nur aus dem Stickstoff des Rübenmarks zusammen mit dem Stickstoff des bei dem Aufkochen des Rübensaftes erhaltenen Coagulum (Pflanzenalbumin) berechnet wurde. Es geschah dies mit Rücksicht darauf, dass der übrige relativ keineswegs unbeträchtliche Theil des Gesammtstickstoffs nicht von Eiweisskörpern,

Digitized by Google

sondern von anderen Körpern, namentlich Amidverbindungen verschiedener Art nachweislich herrührt [1]). Die Bezeichnung: stickstofffreie Extractstoffe ist deshalb bei den Runkelrüben nicht genau zutreffend; der bei ihnen unter dieser Bezeichnung zusammengefasste Stoffcomplex schliesst eine gewisse Menge stickstoffhaltiger Bestandtheile ein, die jedoch den übrigen stickstofffreien gegenüber (Zucker, Pectinstoffe etc.) kaum ins Gewicht fallen. Bezüglich der sonst noch zur Verwendung gekommenen Futterstoffe: Luzerneheu, Wiesenheu, Haferstroh, Maisschrot, Leinkuchen, Sesamkuchen, Fleischfuttermehl, hat man nach den bisherigen, erst den letzten Jahren angehörigen Untersuchungen nur für Luzerneheu Grund zu der Annahme, dass von dem Gesammtstickstoff ein, wenn auch nicht ebenso grosser wie bei den Runkelrüben, so doch beachtenswerther Theil in der Form von Nicht-Eiweissstoffen vorkommt [2]). Es war dies zu der Zeit, wo das Luzerneheu verfüttert und untersucht wurde, noch nicht bekannt; wir hatten daher keine Veranlassung, auf diesen Umstand Rücksicht zu nehmen; die Bestimmung des betreffenden Stickstoffantheils ist deshalb unterblieben und der Gesammtstickstoff des Luzerneheus auf Eiweissstoffe berechnet. — Um von den analytisch ermittelten Bestandtheilen der Futterstoffe: Rohfett, Rohproteïn, Rohfaser und stickstofffreie Extractstoffe, zu dem verdauten und damit für die Ernährung effectiv wirksam gewordenen Fett, Proteïn u. s. w. zu gelangen, wurden die folgenden für das zur Verwendung gekommene Wiesenheu aus besonderen Versuchen, für die übrigen Futtermittel aus der Gesammtheit der bisherigen Versuche mit Wiederkäuern abgeleiteten Ausnutzungscoëfficienten (Verdauungscoëfficienten) benutzt:

		Rohproteïn	Rohfett	Rohfaser	Stickstofffreie Extractstoffe
Luzerneheu		77	41	38	66
Wiesenheu		56	66	51	61
Haferstroh		38	30	61	42
Runkelrüben		100	100	100	100
Maisschrot [3])	1876/77	84	76	—	94
	1877/79	90	70	—	95
Sesamkuchen [3])	1876/77	90	90	—	60
	1877/79	90	90	—	50
Leinkuchen		84	91	—	70
Fleischmehl		95	85	—	—

1) Vgl. u. A. E. Schulze und A. Urich: Ueber die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Futterrüben in der Zeitschrift „Die landw. Versuchsstationen" Bd. 20 S. 193.

2) Vgl. E. Wolff: Die Ernährung der landw. Nutzthiere. Neue Beiträge (Berlin 1879) S. 243 f. und S. 271. Nach Untersuchungen von O. Kellner kamen von dem Gesammtstickstoff 50—60 ^{cm} hoher Luzerne 24—29 % auf Nicht-Eiweissstoffe.

3) Ausnutzungscoëfficienten pro 1877/79 mehr abgerundet. Der Vergleich des Nährstoffgehalts des Futters von 1876/77 und 1877/79 wird dadurch etwas gestört; es wäre richtiger gewesen, durchgehends dieselben Ausnutzungscoëfficienten zu benutzen. Der Fehler fällt indess so wenig ins Gewicht, dass es

Digitized by Google

Die Zahlen sind durch vergleichende Untersuchungen von Futter und zugehörigem Koth ermittelt und geben für die verschiedenen Futtermittel an, wie viel sich von jedem Bestandtheile derselben procentisch der Ausscheidung im Koth entzieht, mithin der Verdauung verfällt (von 100 Gewichtstheilen Rohproteïn des Luzerneheus 77 Gewichtstheile u. s. w.).

Dass man damit, bei den Versuchen von 1876/77 wenigstens, zum grössten Theil sehr annähernd das Richtige getroffen hat, ist durch zwei zu verschiedenen Zeiten mit den Thieren der damaligen Abtheilung IV ausgeführte Ausnutzungsversuche erwiesen. Als Ausnutzungscoëfficienten für das Gesammtfutter wurden nämlich gefunden:

	Proteïn	Fett	Rohfaser u. Extractstoffe zusammen	Organische Substanz im Ganzen
1. Versuch . . .	70,5	68,7	79,4	77,7
2. Versuch . . .	68,3	73,2	78,9	77,2
Mittel	69,4	70,95	79,15	77,45
während die berechneten Werthe betragen:				
	75	69	81	79

In den nachstehenden Tabellen sind nun zunächst die wichtigsten Zahlenergebnisse der Versuche zusammengestellt[1]).

Tab. I enthält die Durchschnittswerthe für den Nährstoffconsum und die Körpergewichtsveränderungen der in der betreffenden Abtheilung befindlich gewesenen Thiere. Als Nährstoffe sind die als verdaulich zu rechnenden Bestandtheile des wirklich verzehrten Futters (nach Abzug der Futterrückstände) eingetragen: stickstoffhaltige Nährstoffe und Fett für sich, verdauliche Rohfaser und stickstofffreie Extractstoffe, welche beide im Wesentlichen aus Kohlehydraten bestehen, zusammen unter der Bezeichnung „Sonstige stickstofffreie Nährstoffe". Unter Nährstoffverhältniss a) ist das Gewichtsverhältniss zwischen stickstoffhaltigen Nährstoffen, Fett und sonstigen stickstofffreien Nährstoffen, die stickstoffhaltigen = 1 gesetzt, zu verstehen, unter Nährstoffverhältniss b) das Gewichtsverhältniss zwischen stickstoffhaltigen Nährstoffen = 1 und stickstofffreien Nährstoffen im Ganzen, wobei das Fett durch Multiplication der betreffenden

nicht der Mühe lohnte, die zu seiner Elimination erforderlichen zeitraubenden Umrechnungen vorzunehmen.

1) Die Zahlen stimmen mit den in den ausführlichen Einzelreferaten (siehe Anm. zu S. 297) enthaltenen nicht immer vollständig überein. Es beruht dies theils auf etwas abweichender Zusammenfassung bzw. Trennung gewisser analytischer Daten, theils auf Berichtigung verschiedener Rechen- und Druckfehler.

Digitized by Google

Zahl mit dem bekannten, neuerer Zeit allerdings bestrittenen Factor 2,5 auf Kohlehydrate reducirt ist[1]). Man bezeichnet das Nährstoffverhältniss, je nachdem die stickstoffhaltigen Nährstoffe mehr hervor- oder zurücktreten, als ein engeres oder weiteres. — Die Zunahme an Körpergewicht excl. Wolle entspricht der Differenz: Zunahme an Lebendgewicht (incl. Wolle), durch Wägungen der Thiere morgens vor der ersten Fütterung direct bestimmt, minus Zunahme an roher Wolle, letztere z. Th. ebenfalls, durch Scheren der Thiere unmittelbar vor Beginn und unmittelbar vor Schluss der betreffenden Periode, direct bestimmt, z. Th. aus Beobachtungen über die Zunahme der Stapellänge (approximativ) abgeleitet[2]). — Für die Abgrenzung der Versuchsperioden, soweit sie nicht der Versuchsplan unmittelbar mit sich brachte, waren Veränderungen des Futters und gewisse Nebenumstände maassgebend.

In den Tabellen II—VI sind nur diejenigen Thiere berücksichtigt, bei denen die Untersuchung sich über Gewichtsbestimmungen bei dem Schlachten und handwerksmässigen Zerlegen hinaus erstreckt hat. Zu der für diese Thiere gewählten Bezeichnung ist unter Hinweis auf frühere Stellen das Folgende zu bemerken:

Versuche mit älteren Thieren.

Hammel *A* I (Orig. Nr. 18, d. h. in den betreffenden Einzelreferaten Dr. Kern's mit Nr. 18 bezeichnet). Vgl. S. 298. Bei Beginn der Versuche am 27. November 1876 in gut genährtem, fast fleischigem Zustande geschlachtet.

Hammel *A* II (Orig. Nr. 6). Vgl. S. 298. Aus Abtheilung III am 6. Februar 1877 geschlachtet nach 70tägiger Mastung mit demselben Futter, welches die bis zum Schluss durchgehaltene Abtheilung IV erhielt. Der Nährstoffconsum und die Körpergewichtszunahme der Abtheilung III stimmte mit der in Tab. I für die gleiche Periode (28. November bis 5. Februar) der Abtheilung IV verzeichneten fast absolut überein.

Hammel *A* III (Orig. Nr. 8). Vgl. S. 298. Am 21. Juni 1877 aus Abtheilung IV nach im Ganzen 203tägiger Mastung, 133 Tage später als *A* II geschlachtet.

Versuche mit jungen Thieren.

Lamm *B* 1 (Orig. Nr. 11 u. 12). Vgl. S. 299. Durchschnittswerthe für die beiden bei Beginn der Versuche am 10. Juli 1877 geschlachteten Lämmer.

---

1) z. B. erste Periode 1876/77: 146g stickstoffhaltige Nährstoffe, 30g Fett, 855g sonstige stickstofffreie Nährstoffe pro Tag und Stück.

Nährstoffverhältniss a) $146 : 30 : 855 = 1 : 0{,}21 : 5{,}85$;

" b) $146 : (30 \times 2{,}5 + 855) = 1 : 6{,}37$.

2) Vgl. Journ. f. Landw. 1878 S. 573.

Digitized by Google

Jährling *B* II (Orig. Nr. 5). Vgl. S. 299. Aus der Abtheilung mit Zuwachsfutter nach 203tägiger Versuchsfütterung am 6. Februar 1878 geschlachtet, aus äusseren Gründen 14 Tage später als *B** III. Die Versuchszeit umfasst die beiden ersten in Tab. I sub *B* unterschiedenen 98- und 91tägigen Perioden und ausserdem 14 Tage der 3. Periode.

Jährling *B** III (Orig. Nr. 9). Vgl. S. 299. Aus der Abtheilung mit Mastfutter am 22. Januar 1878 geschlachtet nach 189tägiger, die beiden ersten in Tab. I sub *B** unterschiedenen Perioden umfassender Versuchsfütterung.

Hammel *B** IV (Orig. Nr. 6). Vgl. S. 300. Aus der Mastabtheilung nach 336tägiger, sämmtliche in Tab. I sub *B** unterschiedenen Perioden umfassender Versuchszeit am 18. Juni 1878 geschlachtet, 147 Tage später als *B** III.

Hammel *B* V (Orig. Nr. 4). Vgl. S. 299. Aus der Abtheilung mit Zuwachsfutter bei dem Uebergange zu Mastfutter geschlachtet am 22. October 1878 nach 462tägiger, die vier ersten in Tab. I sub *B* unterschiedenen Perioden umfassender Versuchszeit, 259 Tage später als *B* II.

Hammel *B* VI (Orig. Nr. 3). Vgl. S. 300. Am 15. April 1879 aus der Abtheilung mit Zuwachsfutter 175 Tage später als *B* V nach 175tägiger Verabreichung von starkem Mastfutter geschlachtet. Die ganze 637tägige Versuchszeit umfasst sämmtliche in Tab. I sub *B* verzeichneten Perioden.

Ueber die Art und Weise, wie die in den Tabellen II — VI enthaltenen Zahlen gewonnen sind, kann man nach den früheren Mittheilungen über die Ausführung der Untersuchungen und nach den den Tabellen beigefügten Erläuterungen nur noch hinsichtlich der Zahlen für frisches (fettfreies) Fleisch, im Gegensatz zu erkaltetem, in Zweifel sein. Der procentische Gehalt desselben an Trockensubstanz, dessen Kenntniss genügt, um von den Angaben für erkaltetes Fleisch und dessen Bestandtheile zu den in Rede stehenden Zahlen zu gelangen, ergibt sich nach dem Ansatz:

> Gewicht des erkalteten fettfreien wasserhaltigen Fleisches der 4 Viertel plus Gewichtsverlust der 4 Viertel während des Erkaltens (in dem ca. 24stündigen, zwischen Schlachten und Zerlegen liegenden Zeitraum, s. oben S. 300) : Gewicht der fettfreien Fleischtrockensubstanz = 100 : x.

Dabei ist also angenommen, dass der gesammte Gewichtsverlust der 4 Viertel während des Erkaltens dem Fleisch zur Last falle. Genau zutreffend wird dies nicht sein, es werden vielmehr auch die übrigen wasserhaltigen Bestandtheile der Fleischstücke (Knochen, Sehnen, Fettmembranen etc.) dazu beigetragen haben, jedenfalls aber in weit geringerem Maasse als das bei weitem überwiegende und der Austrocknung am meisten zugängliche Fleisch.

Digitized by Google

Tabelle I.

Nährstoffconsum und Veränderungen des Körpergewichts.

A. Aeltere Thiere 1876/77 bei Mastfutter.

(Abtheilung IV, bis zum Schluss des Versuchs beibehalten.)

	28. Nov. 1876 bis 5. Febr. 1877 (70 Tage)	(*a*) 6. Febr. bis 23. April 77 (77 Tage)	(*b*) 24. April bis 18. Juni 77 (56 Tage)	(*a*+*b*) 6. Febr. bis 18. Juni 77 (133 Tage)
Ungefähres Alter der Thiere am Schluss der Periode	3 Jahr	3 1/5 Jahr	3 1/3 Jahr	3 1/3 Jahr
Körpergewicht excl. Wolle pro Stück anfangs	kg 39,3	49,5	55,8	49,5
„ „ „ „ „ am Schluss	„ 49,5	55,8	57,8	57,8
„ „ „ „ „ im Mittel	„ 44,4	52,65	56,8	53,65
Stickstoffhaltige Nährstoffe pro Tag und Stück	g 146	120	110	116
Fett pro Tag und Stück	„ 30	30	30	30
Sonstige stickstofffreie Nährstoffe pro Tag und Stück	„ 855	700	674	689
Nährstoffverhältniss a)	= 1 : 0,21 : 5,85	0,25 : 5,83	0,27 : 6,13	0,26 : 5,94
„ b)	= 1 : 6,37	6,45	6,80	6,59
Organische Nährstoffe im Ganzen	g 1031	850	814	835
„ „ pro 1000 g mittl. Körpergew.	„ 23,2	16,1	14,3	15,6
	(100) [1]	(69)	(62)	(67)
Zunahme an Körpergewicht excl. Wolle pro Tag und Stück	g 146	81	36	62
Desgl. pro 1000 g organische Nährstoffe	„ 142	95	44	74
	(100) [1]	(67)	(31)	(52)
Zuwachs an roher Wolle pro Tag und Stück	g 15	11	11	11

1) Die eingeklammerten Zahlen geben an, in welchem Verhältniss die vorhergehenden Werthe zu einander stehen (23,1 : 16,1 : 14,3 etc. = 100 : 69 : 62 etc.).

Digitized by Google

B und *B**. Junge Thiere 1877/79. — *B*. Anfangs bei Zuwachs-, zuletzt (vom 23. Oct. 78 an) bei Mastfutter.

	17. Juli bis 22. Oct. 1877 (98 Tage)	23. Oct. 77 bis 22. Jan. 78 (91 Tage)	23. Jan. bis 17. Juni 78 (147 Tage)	18. Juni bis 22. Oct. 78 (126 Tage)	23. Oct. 78 bis 14. April 79 (175 Tage)
Ungefähres Alter am Schluss der Periode	9½ Monat	12½ Mon.	17½ Mon.	21½ Mon.	27½ Mon.
Körpergewicht excl. Wolle pro Stück anfangs	kg 23,3	30,9	37,5	47,9	52,6
" " " " " am Schluss	" 30,9	37,5	47,9	52,6	65,3
" " " " " im Mittel	" 27,1	34,2	42,7	50,25	58,95
Stickstoffhaltige Nährstoffe pro Tag und Stück	g 93	101	109	118	136
Fett pro Tag und Stück	" 30	30	32	34	40
Sonstige stickstofffreie Nährstoffe pro Tag und Stück	" 438	444	523	541	725
Nährstoffverhältniss a)	= 1 : 0,32 : 4,71	0,30 : 4,40	0,29 : 4,80	0,27 : 4,58	0,29 : 5,33
" b)	= 1 : 5,51	5,15	5,52	5,25	6,05
Organische Nährstoffe im Ganzen	g 561	575	664	693	901
" " pro 1000^g mittl. Körpergew.	" 20,7	16,8	15,6	13,8	15,3
	(100)	(81)	(75)	(67)	(74)
Zunahme an Körpergewicht excl. Wolle pro Tag und Stück	g 78	72	71	37	72
Desgl. pro 1000^g organische Nährstoffe	" 139	125	107	53	80
	(100)	(90)	(77)	(38)	(58)
Zuwachs an roher Wolle pro Tag und Stück	g 10	16	13	15	17

*B**. Mastfutter von Anfang an (Perioden bis zum Schluss des Versuchs und Alter wie bei *B*).

Körpergewicht excl. Wolle pro Stück anfangs	kg 23,4	35,6	43,2	—	—
" " " " " am Schluss	" 35,6	43,2	53,6	—	—
" " " " " im Mittel	" 29,5	39,4	48,4	—	—
Stickstoffhaltige Nährstoffe pro Tag und Stück	g 138	138	146	—	—
Fett pro Tag und Stück	" 45	37	35	—	—
Sonstige stickstofffreie Nährstoffe pro Tag und Stück	" 536	561	578	—	—
Nährstoffverhältniss a)	= 1 : 0,33 : 3,88	0,27 : 4,07	0,24 : 3,96	—	—
" b)	= 1 : 4,70	4,74	4,56	—	—
Organische Nährstoffe im Ganzen	g 719	736	759	—	—
" " pro 1000^g mittl. Körpergew.	" 24,4	18,7	15,7	—	—
	(100)	(77)	(64)	—	—
Zunahme an Körpergewicht excl. Wolle pro Tag und Stück	g 124	83	71	—	—
Desgl. pro 1000^g organische Nährstoffe	" 172	113	93	—	—
	(100)	(66)	(54)	—	—
Zuwachs an roher Wolle pro Tag und Stück	g 10	17	13	—	—

Digitized by Google

Tabelle II. Schlachteresultate.

		Hammel A I 2¾ Jahr. Fast fleischig	Hammel A II 3 Jahr. Fett	Hammel A III 3⅓ Jahr. Sehr fett	Lamm B I 6½ Monat. Mager	Jährling B II 13 Monat. Fleischig	Jährling B* III 12½ Monat. Fett	Hammel B* IV 17½ Monat. Sehr fett	Hammel B V 21½ Monat. Fleischig und fett	Hammel B VI 27½ Monat. Sehr fett
Dauer der Versuchsfütterung . . .	Tage	—	70	203	—	203	189	336	462	637
Art des Futters (Mastfutter, Zuwachsfutter)		—	Mastfutter	Mastfutter	—	Zuwachsfutter	Mastfutter	Mastfutter	Zuwachsfutter	462 Tage Zuwachsfutter, dann Mastf.
Lebendgewicht im geschorenen Zustande bei Beginn des Versuchs	kg	41,15	40,7	40,5	17,8	23,4	24,1	21,6	23,8	22,6
Desgl. unmittelbar vor dem Schlachten . .	„	41,15	51,93	56,30	17,8	37,0	43,9	57,0 [1])	54,5	66,0
Magen- und Darminhalt	„	5,40	4,62	4,40	2,89	5,03	4,40	4,06	5,53	4,34
Reingewicht (Lebendgewicht b. Schlachten excl. Magen- u. Darminhalt)	„	35,75	47,31	51,90	14,91	31,97	39,50	52,94	48,97	61,66
Verblutungsblut	„	2,20	2,42	2,39	0,96	1,70	2,08	2,43	2,03	2,29
Haut mit Beinen	„	4,30	4,50	4,89	1,82	3,66	3,92	5,24	4,90	4,50
Kopf mit Zunge	„	1,65	1,72	1,82	0,88	1,59	1,60	1,56	1,70	2,05
Brust- u. Baucheingeweide (excl. Nieren) .	„	4,78	5,27	4,19	2,52 [2])	3,10	3,84	3,68	3,99	4,47
Loser Talg	„	1,50	3,85	4,80	0,495	2,61	4,26	5,95	4,54	9,75
4 Viertel, unmittelbar nach dem Schlachten gewogen	„	21,40	29,40	33,55	8,23	19,30	23,75	34,18	31,80	38,50
4 Viertel, erkaltet, 24 Stunden nach dem Schlachten gewogen	„	20,87	29,12	33,25	7,94	18,90	23,54	33,60	31,30	38,05
Davon: Nieren	„	0,114	0,110	0,100	0,069	0,142	0,144	0,150	0,136	0,160
Nierentalg	„	0,44	1,87	3,06	—	0,56	1,37	3,45	2,72	2,58
4 Viertel, erkaltet, in Procenten des Lebendgewichts	%	50,7	56,1	59,1	44,6	51,1	53,6	58,9	57,4	57,7
Loser Talg in Procenten des Lebendgewichts	„	3,6	7,4	8,5	2,8	7,1	9,7	10,4	8,3	14,8
4 Viertel unmittelbar nach dem Schlachten in Procenten des Reingewichts .	„	59,9	62,1	64,6	55,2	60,4	60,1	64,6	64,9	62,4
Loser Talg in Procenten des Reingewichts .	„	4,2	8,1	9,2	3,3	8,2	10,8	11,12	9,3	15,8

1) Lebendgewicht vor dem Schlachten (57,9 kg) nach Abzug von 0,9 kg für Wolle, die seit der Schur (23. April) nachgewachsen, aus der Länge abgeschnittener Stapelproben berechnet.

2) Nicht 3,42, wie sich aus der Tabelle S. 312 des ausführlichen Referats ergibt. Bei Pansen, Haube, Psalter und Schlund steht dort irrthümlich 1,90 statt 1,00.

Digitized by Google

Tabelle III.

Fleischstücke in Procenten der Vier Viertel im erkalteten Zustande[1]).

	Hammel *A* I 2¾ Jahr. Fast fleischig	Hammel *A* II 3 Jahr. Fett	Hammel *A* III 3½ Jahr. Sehr fett	Lamm *B* I 6½ Monat. Mager	Jährling *B* II 13 Monat. Fleischig	Jährling *B*' III 12½ Monat. Fett	Hammel *B*' IV 17½ Monat. Sehr fett	Hammel *B* V 21½ Monat. Fleischig und fett	Hammel *B* VI 27½ Monat. Sehr fett	Gesammt-durchschnitt	Durchschnitt mit Ausschluss von *A* I u. *B* I[2])
Hals	6,1	5,6	4,5	6,2	5,4	5,7	4,8	4,4	4,6	5,3	5,0
Brust	8,8	10,6	11,0	8,7	10,9	11,5	8,5	7,4	8,4	9,5	9,8
Lappen	7,8	7,3	7,2	6,6	7,2	7,6	13,2	10,3	10,9	8,7	9,1
Blatt	17,5	13,8	12,7	18,0	15,2	14,9	13,7	12,6	13,8	14,7	13,8
Carbonadenstück	6,5	6,5	6,5	7,8	7,1	6,7	6,3	7,8	7,8	7,0	7,0
Carré incl. Nieren und Nierenfett	20.5	25,5	28,3	18,4	22,1	22,2	28,3	28,6	25,8	24,4	25,8
Keule	32.8	30,7	29,8	34,3	32,1	31,4	25,2	28,9	28,7	30,4	29,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Carré excl. Nieren und Nierenfett	17,9	18,7	13,8	17,5	18,3	15,7	17,5	19,4	18,6	18,0	18,1
Nieren	0,5	0,4	0,3	0,9	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
Nierenfett	2,1	6,4	9,2	—	3,0	5,9	10,4	8,8	6,8	5,9	7,2

1) Nach Abzug des auf den enthäuteten Schwanz fallenden Theils (27 — 188 g, entsprechend 0,3 — 0,8 % der 4 Viertel).
2) Mit Rücksicht darauf, dass diese Thiere vom schlachtfähigen Zustande mehr oder weniger entfernt waren.

Digitized by Google

Tabelle IV.

Procentgehalt der einzelnen Fleischstücke und der Vier Viertel im Ganzen[1]) im erkalteten Zustande an Knochen und sonstigen näheren Bestandtheilen.

		Hammel *A* I 2¾ Jahr. Fast fleischig[2])	Hammel *A* II 3 Jahr. Fett	Hammel *A* III 3½ Jahr Sehr fett	Lamm *B* I 6½ Mon. Mager[2])	Jährling *B* II 13 Mon. Fleischig	Jährling *B** III 12½ Mon. Fett	Hammel *B** IV 17½ Mon. Sehr fett	Hammel *B* V 21½ Mon. Fleischig und fett	Hammel *B* VI 27½ Mon. Sehr fett	Gesammtdurchschnitt	Durchschnitt mit Ausschluss von *A* I u. *B* I
Hals	Knochen	14,6	14,2	12,8	24,2	13,9	13,5	9,9	14,8	11,5	14,4	12,9
	Sehnen, Bindegewebe, Fettmembr.	16,0	14,2	14,6	8,7	10,7	14,8	10,6	12,0	10,1	12,4	12,4
	Fett, wasserfrei*	13,8	32,0	26,0	8,5	21,7	28,5	44,7	29,4	39,1	27,1	31,7
	Fleisch, fettfrei, wasserhaltig	55.6	39,6	46,6	58,6	53,7	43,2	34,8	43,8	39,3	46,1	43,0
	„ „ wasserfrei	11,4	8,0	9,4	11,1	10,4	8,5	7.4	9,2	8,5	9,3	8,8
	(*Davon im Fleisch verblieben	13,8	6,6	4,0	8,5	13,9	6,9	18,2	12,0	8,6	10,3	10,0)
Brust	Knochen	12,3	7,9	7,7	18,1	10,9	10,6	6,6	10,6	8,8	10,4	9,0
	Sehnen etc.	11,0	9,1	10,2	13,8	14,7	15,4	13,1	11,3	8,8	11,9	11,8
	Fett*	29,5	39,7	49,3	19,0	37,1	44,2	56,6	45,8	54,7	41,8	46,8
	Fleisch, wasserhaltig	47,2	43,8	32,8	49,1	37,3	29,8	23,7	32,3	27,7	35,9	32,4
	„ wasserfrei	10,7	8,9	7,3	9,9	7,8	6,1	5,0	6,9	5,8	7,6	6,8
	(*Davon im Fleisch verblieben	29,5	8,3	10,5	19,0	7,0	5,8	11,0	10,1	10,7	12.4	9,1)
Lappen	Knochen	3,3	1,9	1,4	6,9	3,2	2,3	2,1	2,9	1,8	2,9	2,2
	Sehnen etc.	20,0	16,5	15,9	26,6	21,3	14,5	13,6	8,3	11,5	16,5	14,5
	Fett*	23,7	46,6	58,4	8,6	34,6	48,9	63,9	55,7	56,4	44,1	52,1
	Fleisch, wasserhaltig	53,0	35,0	24,3	57,9	40,9	34,3	20,4	33,1	30,3	36,5	31,2
	„ wasserfrei	11,35	7,1	5,2	11,6	8,5	7,0	4,6	7,3	6,6	7,7	6,6
	(*Davon im Fleisch verblieben	23,7	8,7	6,5	8,6	9,3	11,0	8,8	20,3	10,6	11,9	10,7)
Blatt	Knochen	15,9	12,1	13,7	23,2	14,5	15,1	10,9	14,4	11,4	15,6	13,2
	Sehnen etc.	16,5	12,4	13,0	12,1	13,0	11,4	12,2	8,9	9,5	12,1	11,5
	Fett*	11,7	30,2	25,1	6,4	18,8	26,5	39,1	27,8	37,8	24,8	29,3
	Fleisch, wasserhaltig	55,9	45,3	48,2	58,3	53,7	47,0	37,8	48,9	41,3	48,5	46,0
	„ wasserfrei	11,6	9,8	10,1	11,5	11,1	10,1	8,2	10,4	9,0	10,2	9,8
	(*Davon im Fleisch verblieben	11,7	8,3	6,1	6,4	5,9	11,9	9,0	6,9	7,7	8,2	8,0)
Carbonadenstück	Knochen	16,3	11,9	10,6	23,1	15,0	14,6	11,1	13,1	11,8	14,2	12,6
	Sehnen etc.	7,4	10,0	8,7	7,1	9,9	10,4	9,3	8,9	8,5	8,9	9,4
	Fett*	14,1	27,6	33,8	7,1	21,5	26,1	39,0	31,3	40,7	26,8	31,4
	Fleisch, wasserhaltig	62,2	50,5	46,9	62,7	53,6	48,9	40,6	46,7	39,0	50,1	46,6
	„ wasserfrei	13,0	10,8	10,4	12,2	10,6	9,9	8.7	9,8	8,3	10,4	9,8
	(*Davon im Fleisch verblieben	14.1	9,8	17,6	7,1	11,4	10,4	17.6	14,8	14,0	18,0	18,7)

Digitized by Google

Carré incl. Nieren und Nierentalg	Knochen	10,3	6,5	5,9	19,7	9,1	7,4	4,5	5,6	4,9	8,2	6,3
	Sehnen etc.	11,3	8,2	9,7	8,7	8,9	12,1	7,4	8,0	8,8	9,2	9,0
	Fett*	30,8	58,0	63,2	8,7	28,3	47,3	68,6	64,3	64,0	49,3	57,7
	Nieren	2,7	1,5	1,1	4,7	3,5	2,8	1,6	1,5	1,7	2,3	1,9
	Fleisch, wasserhaltig	44,9	25,8	20,1	58,2	40,2	30,4	17,9	20,6	20,6	31,0	25,1
	„ wasserfrei	10,6	6,1	4,7	12,0	8,6	5,9	4,1	4,6	4,5	6,1	5,5
	(* Davon im Fleisch verblieben	21,2	6,5	4,0	8,7	8,8	2,3	8,1	7,1	4,0	7,9	5,8)
Carré excl. Nieren und Nierentalg	Knochen	11,9	8,9	8,8	20,7	11,0	10,4	7,3	8,2	6,8	10,4	8,8
	Sehnen etc.	12,3	9,1	11,8	9,1	9,4	14,5	7,8	9,4	10,7	10,5	10,4
	Fett*	24,3	46,8	49,1	9,1	31,1	32,0	55,9	52,1	53,8	39,4	45,8
	Fleisch, wasserhaltig	51,5	35,2	30,3	61,1	48,5	43,1	29,0	30,3	28,7	39,7	35,0
	„ wasserfrei	12,1	8,3	7,0	12,6	10,4	8,4	6,6	6,7	6,3	8,7	7,7
	(* Davon im Fleisch verblieben	24,3	8,9	6,0	9,1	10,6	3,2	13,1	10,4	5,5	10,1	8,2)
Keule	Knochen	12,0	9,6	10,5	18,7	12,5	11,9	8,9	11,0	9,0	11,6	10,5
	Sehnen etc.	13,6	11,7	11,8	5,9	11,0	10,5	9,2	8,3	10,8	10,3	10,5
	Fett*	14,4	33,6	34,1	7,7	18,9	27,7	38,0	37,7	42,5	28,3	33,2
	Fleisch, wasserhaltig	60,0	45,1	43,6	67,7	57,6	49,9	43,9	43,0	37,7	49,8	45,8
	„ wasserfrei	13,0	9,8	9,8	13,8	11,7	10,2	9,8	9,3	8,8	10,7	9,9
	(* Davon im Fleisch verblieben	14,4	3,2	4,6	7,7	5,1	8,9	11,1	6,2	5,8	7,4	6,4)
4 Viertel incl. Nieren und Nierentalg	Knochen	12,2	8,8	8,8	19,6	11,5	10,8	7,0	9,4	7,8	10,7	9,2
	Sehnen etc.	13,6	11,0	11,4	9,8	11,9	12,1	10,0	8,7	9,9	10,9	10,7
	Fett	19,3	40,5	44,2	8,7	26,6	35,3	52,3	45,7	49,6	35,8	42,0
	Nieren	0,5	0,4	0,3	0,9	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
	Fleisch, wasserhaltig	54,4	39,3	35,3	61,0	49,2	41,2	30,3	35,8	32,3	42,1	37,6
	„ wasserfrei	11,8	8,5	7,8	12,3	10,1	8,4	6,7	7,7	7,2	8,9	8,1
4 Viertel excl. Nieren und Nierentalg	Knochen	12,4	9,5	9,6	19,7	11,9	11,5	7,9	10,3	8,4	11,3	9,7
	Sehnen etc.	14,0	11,4	12,4	9,9	12,2	12,8	10,6	9,0	10,4	11,4	11,2
	Fett	17,8	36,9	39,1	8,8	24,8	31,8	47,6	41,2	46,4	32,7	38,3
	Fleisch, wasserhaltig	55,8	42,2	38,9	61,6	51,1	43,9	33,9	39,5	34,8	44,6	40,8
	„ wasserfrei	12,1	9,2	8,6	12,4	10,5	9,0	7,5	8,5	7,7	9,5	8,7

1) excl. enthäutetem Schwanz.
2) Bei *A* I und *B* II war Fettgewebe nur schwierig vom Fleisch abzulösen und ist deshalb die Trennung unterblieben.

Digitized by Google

Tabelle V.

Procentgehalt des fettfreien Fleisches an verschiedenen Bestandtheilen.

		Hammel *A* I 2¾ Jahr. Fast fleischig	Hammel *A* II 3 Jahr. Fett	Hammel *A* III 3⅓ Jahr. Sehr fett	Lamm *B* I 6½ Mon. Mager	Jährling *B* II 13 Mon. Fleischig	Jährling *B'* III 12½ Mon. Fett	Hammel *B'* IV 17½ Mon. Sehr fett	Hammel *B* V 21½ Mon. Fleischig und fett	Hammel *B* VI 27½ Mon. Sehr fett
Proc.-Gehalt des erkalteten fettfreien Fleisches an Trockensubstanz	Min.	20,5 H[1]	20,1 H	20,2 H	18,9 H	19,3 H	19,4 Cr	21,1 Br	21,0 Cb	21,0 Br
	Max.	23,5 Cr	23,6 Cr	23,2 Cr	20,6 Cr	21,4 Cr	21,5 Bl	22,9 Cr	22,1 Cr	23,4 K
	Mittel[2])	21,75	21,68	22,07	20,13	20,54	20,40	22,10	21,56	22,22
Desgl. d. frischen fettfr. Fleisches	Mittel[2])	20,73	21,17	21,29	18,98	19,65	19,79	20,83	20,65	21,40
Proc.-Gehalt d. fettfr. Fleischtrockensubstanz an lösl. Eiweiss	Min.	5,1 Cb	—	7,9 H	6,7 Cb	8,0 Cb	8.0 Bl	7,1 H	7,2 Bl	6,1 Bl
	Max.	7,8 Cr	—	10.7 Cr	8.7 K	9,7 K	14,4 K	11,8 K	8,4 K	11,0 K
	Mittel[2])	6,77	—	9,64	8,20	8,74	10,94	10,39	7,90	8,87
Desgl. an sonst. lösl. org. Stoffen	Min.	8,5 Cb	—	8.5 Cb	6,5 Br	7,2 L	5,4 H	7,4 Br	7,3 H	8.4 H
	Max.	13,9 K	—	12,9 K	9,0 Cb	10,1 Cr	9,5 Cr	10,1 Cr	12,1 Cr	12.4 Cr
	Mittel[2])	11,48	—	11,12	7,57	8,84	8,39	8,87	10,35	11,19
Desgl. an lösl. Eiweiss u. sonst. lösl. org. Stoffe zusammen	Min.	13,6 Cb	—	17,0 Cb	13,9 Br	15,3 L	14,6 H	16,1 H	14,8 H	15,2 H
	Max	21,5 K	—	23,5 K	17,0 Cr	18,7 K	23,2 K	21,1 Cr	20,1 KCr	22,9 Cr
	Mittel[2])	18,25	—	20,76	15,77	17,58	19,33	19.26	18,25	20,06
Desgl. an Mineralsubstanzen[5])	Min.	6,0 Bl	—	5.4 Cr	5,5 Cr	5,3 H	5,4 L	5,6 Bl	5,4 K	5,5 Bl
	Max.	6,7 L	—	5,7 L	6,2 Br	5,7 CbK	5,9 H	6,1 Cr	6,0 Bl	5,9 K
	Mittel[2])	6,09	—	5,47	5,79	5,47	5.57	5,64	5,53	5.60
Desgl. an unlösl. org. Substanz (Fleischfaser)	Min.	72,4 K	—	71,0 K	77,5 Cr	75,6 K	71,2 K	72,8 Cr	74,3 Cr	71,3 Cr
	Max.	80.2 Cb	—	77,5 Cb	80,0 Br	79,0 L	78,2 L	78,0 L	79,3 H	79,1 H
	Mittel[2])	75,66	—	73,77	78,44	76,95	75,10	75,10	76,22	74,34
Desgl. an Stickstoff im Ganzen	Mittel[2])	15,25	—	15,43	14,92	15,75	15,61	15,33	15,41	15.25
Desgl.[4]) „ „ „ „	arithm. Mittel[3])	15,28	—	15,48	14,92	15,67	15,66	15,35	15,45	15,39
Davon in unlösl. org. Substanz (Muskelfaser)	„	12,54	—	12,15	12,50	12,62	12,49	12,43	12,57	12,35
Davon in lösl. Eiweiss . . .	„	1,16	—	1,49	1,26	1.38	1,57	1,56	1,27	1,32
„ „ sonst. lösl. Stoffen .	„	1,58	—	1,84	1,16	1,67	1,60	1,36	1,61	1,72

1) Abkürzungen in der Bezeichnung der Fleischstücke: Bl = Blatt, Br = Brust, Cb = Carbonade, Cr = Carré, K = Keule, L = Lappen. — 2) Wahres Mittel, unter Berücksichtigung der Gewichtsverhältnisse, in welchen die einzelnen Fleischstücke zu der Trockensubstanz etc. beigetragen haben (z. B. Lamm *B* I: Fleischtrockensubstanz im Hals 54,5 g à 8,31 % Eiweiss = 4,6 g, in Br 67,9 à 7,31 = 5,0 g, in L 60,5 à 8,19 % = 5,0 g, in Bl 164,2 à 7,44 % = 12,3 g, in Cb 75,4 à 6.69 % = 5,1 g, in Cr 173.7 à 8.56 % = 14.9 g, in K 376,5 à 8,75 % = 32,9 g; 54,5 + 67,9 + . . . 376,5 = 972.7 g Trockensubstanz; 4,6 + 5,0 + . . . 32,9 = 75,8 g Eiweiss; 972,7 : 79,8 = 100 : 8,20. — 3) Arithmetisches Mittel der für das Fleisch der einzelnen Fleischstücke gefundenen Procentwerthe ohne Rücksicht auf die Gewichtsverhältnisse. (Für das vorige Beispiel würde nach dieser Berechnungsweise $[8{,}31 + 7{,}31 + 8{,}19 + 7{,}44 + 6{,}69 + 8{,}56 + 8{,}75] : 6 = \frac{55{,}25}{6} = 7{,}89$ statt 8.20 gefunden sein.) — 4) Das arithmetische Mittel stimmt in diesem Falle, wie man sieht, sehr nahe mit dem wahren Mittel überein; man war daher berechtigt, für die Ableitung der Zahlen, welche die Vertheilung des Stickstoffs auf die einzelnen Bestandtheile der Fleischtrockensubstanz veranschaulichen, sich die weitläufigere Berechnung des wahren Mittels zu ersparen. Die Angaben für Stickstoff in Muskelfaser und für lösliches Eiweiss beruhen auf Differenzbestimmungen, vgl. S. 301. 5) Die Mineralsubstanzen des Fleisches sind fast vollständig den in Wasser löslichen Bestandtheilen zuzuzählen, indem sich durchschnittlich 95 % der Gesammtasche als löslich erwiesen.

Digitized by Google

Tabelle VI.

Absoluter Gehalt der Thiere an einzelnen Bestandtheilen.

		Hammel A I 2¾ Jahr. Fast fleischig	Hammel A II 3 Jahr. Fett	Hammel A III 3½ Jahr. Sehr fett	Lamm B I 6½ Mon. Mager	Jährling B II 13 Mon. Fleischig	Jährling B* III 12½ Mon. Fett	Hammel B* IV 17½ Mon. Sehr fett	Hammel B V 21½ Mon. Fleischig und fett	Hammel B VI 27½ Mon. Sehr fett
Körpergewicht excl. Wolle bei Beginn des Versuchs	kg	41,15	40,7	40,5	17,8	23,4	24,1	21,6	23,8	22,6
„ „ „ unmittelbar vor dem Schlachten	„	41,15	51,93	56,30	17,8	37,0	43,9	57,0	54,5	66,0
Vier Viertel (excl. enthäutetem Schwanz).										
Knochen, frisch	g	2530	2566	2902	1546	2154	2504	2348	2916	2960
Fett, wasserfrei: in den Fleischstücken	„	3614	10025	11767	688	4482	6948	14218	11634	16312
Fett, wasserfrei: im Nierentalg	„	412	1758	2876	—	516	1270	3218	2580	2472
Fett, wasserfrei: im Ganzen	„	4026	11783	14643	688	4998	8218	17436	14214	18784
Fettfreies Fleisch und dessen Bestandtheile: in Wasser lösl. Eiweiss	„	167	—	249	79,8	166	214	232	190	241
„ „ „ sonst. org. Substanzen	„	283	—	287	73,6	168	164	198	249	304
„ „ „ org. Stoffe im Ganzen	„	450	—	536	153,4	334	378	430	439	545
Mineralsubstanzen	„	150	—	141	56,3	104	109	126	133	152
in Wasser unlösl. org. Substanzen	„	1865	—	1904	763,0	1462	1469	1677	1833	2019
Fleischtrockensubstanz im Ganzen	„	2465	2485	2581	972,7	1900	1956	2233	2405	2716
Fleisch, wasserhaltig, erkaltet	„	11331	11460	11693	4831	9250	9586	10106	11156	12222
„ „ frisch	„	11891	11740	12123	5125	9670	9884	10718	11644	12694
Sehnen, Bindegewebe, Fettmembranen	„	2842	3202	3780	780	2236	2814	3366	2712	3712
Nieren	„	114	110	100	69	142	144	150	134	160
Loser Talg.										
Fett, wasserfrei	g	1380	3294	4416	430	2306	3918	5464	4187	9090
Membranen, wasserhaltig	„	120	556	384	65	304	342	486	353	660
Vier Viertel und Loser Talg.										
Fett, wasserfrei, im Ganzen	g	5406	15077	19059	1118	7304	12136	22900	18401	27874
„ „ im Nierentalg und losen Talg	„	1792	5052	7292	430	2822	5188	8682	6767	11562
Sehnen, Bindegewebe, Fettmembranen etc.	„	2962	3758	4164	845	2604	3156	3852	3065	4372

Digitized by Google

Zu einer erschöpfenden Discussion der unmittelbaren Versuchsergebnisse ist hier nicht der Ort. Ich werde mich dabei thunlichst der Kürze befleissigen und häufig mehr nur auf Andeutungen an der Hand der Tabellen, auf welche ich hiermit ein- für allemal ausdrücklich hingewiesen haben möchte, beschränken.

Zu Tab. I.

Bezeichnet man den täglichen Consum von „organischen Nährstoffen im Ganzen" pro 1000 g Körpergewicht als relativen Nährstoffconsum und die tägliche Körpergewichtszunahme pro 1000 g organische Nährstoffe im Ganzen als relativen Nähreffect, so übersteigt bei gleichem relativen Nährstoffconsum der relative Nähreffect bei den jungen Thieren den bei den älteren im Allgemeinen erheblich. Nur in der allerersten Mastperiode kommt bei den älteren Thieren ein Nähreffect vor, welcher dem bei den jungen erzielten nahe steht. Im Allgemeinen haben demnach die jungen Thiere das Futter durch Körpergewichtszunahme höher als die älteren verwerthet, am höchsten — mit 172 g Zunahme pro 1000 g Nährstoffe bei einem Consum von 24,4 g Nährstoffen pro 1000 g Körpergewicht — die sogleich auf Mastfutter gesetzten Lämmer in der ersten das Lebensalter von 6½ bis 9½ Monaten umfassenden Versuchsperiode. Es ist dabei allerdings zu beachten, dass das Nährstoffverhältniss bei den jungen Thieren nicht dasselbe, sondern ein engeres gewesen ist als bei den älteren.

Bei der Ernährung mit Mastfutter vermindert sich von der einen Periode zur anderen bei den jungen wie älteren Thieren sowohl der relative Nährstoffconsum, als auch der relative Nähreffect, letzterer indess mehr als ersterer; die Verwerthung des Futters durch Körpergewichtszunahme ist demnach mit der Zeit immer ungünstiger geworden. Bei der Ernährung mit Zuwachsfutter andererseits findet zwar ebenfalls von Periode zu Periode eine Verminderung sowohl des relativen Nährstoffconsums als des relativen Nähreffects statt, während der zweiten und dritten Periode, vom 9½. bis zum vollendeten 17½. Lebensmonat, übersteigt hier aber umgekehrt wie vorhin die Verminderung des relativen Nährstoffconsums (20,7 : 16,8 : 15,6 = 100 : 81 : 75) die Verminderung des relativen Nähreffects (139 : 125 : 107 = 100 : 90 : 77). Die

Digitized by Google

Verhältnisse gestalten sich so, dass vom vollendeten 9½. bis zum vollendeten 17½. Lebensmonat die Körpergewichtszunahme der Abtheilung mit Zuwachsfutter (47,9 — 30,9 = 17,0 ^{kg} pro Stück) nur wenig hinter der der Mastabtheilung (53,6 — 35,6 = 18,0 ^{kg}) zurückbleibt und dass der Gewichtsüberschuss der 17½ Monat alten Mastthiere über die ebenso alten mässiger genährten Thiere (53,6 — 47,9 = 5,7 ^{kg} pro Stück) zum bei weitem grössten Theil (in dem Betrage von 4,6 ^{kg}) aus der ersten Periode vom vollendeten 6½. bis zum vollendeten 9½. Lebensmonat herstammt (Körpergewichtszunahme in dieser Periode bei Mastfutter 35,6 — 23,4 = 12,2, bei Zuwachsfutter 30,9 — 23,3 = 7,6 ^{kg} pro Stück; Unterschied 12,2 — 7,6 = 4,6 ^{kg}). Darnach liegt die Schlussfolgerung nahe, dass es nur in früher Jugendzeit gelingt, die Zunahme des Körpergewichts durch ausgesprochen mastige Ernährung zu forciren, und dass später für die Vermehrung des Körpergewichts eine zwar kräftige, nicht aber entschieden mastige Ernährung dasselbe leistet wie letztere. Indessen sind auch hier Unterschiede im Nährstoffverhältniss nicht ausser Acht zu lassen; das Nährstoffverhältniss im Zuwachsfutter weicht von dem Nährstoffverhältniss im Mastfutter in dem Sinne ab, dass es dort ein weiteres ist als hier. Möglicherweise hätte sich die Zunahme des Körpergewichts bei der Abtheilung mit Zuwachsfutter in der zweiten und dritten Periode weniger günstig — und umgekehrt in der ersten Periode günstiger — gestaltet, wenn man cet. par. das engere Nährstoffverhältniss der Mastabtheilung in Anwendung gebracht hätte.

Zu Tab. II—V.

Dieselben dienen zunächst zur Ausfüllung — selbstverständlich in der durch den Versuchsplan bedingten Beschränkung — der in der Einleitung S. 297 hervorgehobenen Lücke. Sie lassen ferner aufs neue (in Uebereinstimmung mit Untersuchungen von Lawes und Gilbert, von Siegert u. A.) ersehen, wie ausserordentlich verschieden insbesondere je nach dem Ernährungszustande bei gleicher Art und Rasse der Schlachtthiere deren Zusammensetzung ist. Und zwar nicht bloss in den bereits von früheren Experimentatoren berücksichtigten, sondern auch in manchen anderen Beziehungen.

Digitized by Google

Von diesen Unterschieden soll hier nur auf die hauptsächlichsten hingewiesen werden. Man wird daraus u. A. entnehmen, wie wünschenswerth, ja nothwendig die Ausdehnung analoger Untersuchungen auf die übrigen Arten und Rassen der Schlachtthiere ist. Tappen doch offenbar Producent und Consument von Fleisch jeder in seiner Weise so lange mehr oder weniger im Dunkeln, als sie sich über die in Rede stehenden Unterschiede und ihre Ursachen kein sicheres auf Zahlen gegründetes Urtheil zu bilden vermögen.

Der preisbestimmende Theil der Schlachtthiere, von dem das in unseren Haushaltungen verwandte Fleisch fast ausschliesslich herrührt, besteht aus den Vier Vierteln. Das Gewicht derselben nimmt mit vorschreitendem Alter und Ernährungszustande absolut und im Verhältniss zum Körpergewicht zu (Tab. II). An dieser Zunahme sind aber, wie sich aus Tab. III ergibt, die verschiedenen Fleischstücke in verschiedenem Maasse betheiligt. Während bei den älteren wie jüngeren Thieren — mit ganz vereinzelten, durch individuelle Verschiedenheiten leicht erklärbaren Ausnahmen — das Carré hauptsächlich in Folge seiner zunehmenden Belastung mit Nierentalg an Uebergewicht gewinnt, findet bei dem Blatt und der Keule das Gegentheil statt: von 100 Gewichtstheilen 4 Viertel der älteren Thiere z. B. kommen auf das Carré incl. Nierentalg bei dem nicht gemästeten 20,5, bei dem fetten 25,5, bei dem sehr fetten 28,3, auf das Blatt dagegen bzw. 17,5—13,8—12,7 und auf die Keule 32,8—30,7—29,8 Gewichtstheile. Erheblicher noch, wie schon der flüchtigste Blick auf Tab. IV. lehrt, sind die Unterschiede in der procentischen Zusammensetzung der verschiedenen Fleischstücke ein und desselben Thieres und derselben Fleischstücke verschiedener Thiere. Am meisten in die Augen fallend ist die fast ausnahmslose und in der Regel rapide Zunahme des Fettgehalts der gleichnamigen Fleischstücke mit vorschreitendem Entwicklungs- und Ernährungszustande der Thiere. Nahezu gleichen Schritt mit der Zunahme des Fettgehalts hält die Abnahme des Gehalts an fettfreiem Fleisch (Muskelfleisch) im natürlichen, wasserhaltigen Zustande, und theilweise erschreckend, möchte man fast sagen, ist die Reduction, welche die Menge der Fleischtrockensubstanz dadurch erfährt. Der Gehalt der einzelnen Fleischstücke

Digitized by Google

und der 4 Viertel an Fleischtrockensubstanz („Fleisch, fettfrei, wasserfrei" der Tab. IV) geht nur bei den mehr oder weniger mageren Thieren *A* I und *B* I beachtenswerth über 10 % hinaus, sinkt in einzelnen Fleischstücken der gemästeten Thiere auf die Hälfte dieses Betrages und übersteigt einzig und allein bei dem mageren 6½ Monat alten Lamme *B* I den Fettgehalt (nur das Bruststück desselben mit 19,0 % Fett und 9,9 % Fleischtrockensubstanz macht eine Ausnahme). Das Maximum des Fettgehalts der 4 Viertel incl. Nierentalg, welches zur Beobachtung gekommen ist — bei dem 17½ Monat alten Hammel *B** IV —, beträgt 52,3 % und steht dem von Lawes und Gilbert bei Schafen beobachteten Maximum: 55,1 % nicht fern[1]).

Die zwischen Fleischtrockensubstanz und Fett bestehenden Verhältnisse verdienen eine etwas genauere Betrachtung, weil sich mit ihrer Hilfe ein Urtheil darüber gewinnen lässt, ob und wie weit in den einzelnen Fällen die einzelnen Fleischstücke und deren Gesammtheit, die 4 Viertel, als mit Fett überreichlich beladen zu bezeichnen sind oder nicht.

Für das rationelle Verhältniss zwischen Fleischtrockensubstanz und Fett in der Nahrung des Menschen liefern die sog. Normalrationen in angemessener Beschränkung auf die praktisch wichtigsten Fälle einen Anhalt.

C. v. Voit, der sich in neuerer Zeit am eingehendsten mit Untersuchungen über Ernährung des Menschen beschäftigt hat, empfiehlt für einen „mittleren Arbeiter" eine aus Fleisch und Vegetabilien (mit Einschluss von Brod) gemischte Nahrung, welche pro Tag enthält: 56 g Fett, 500 g Kohlehydrate und 118 g Eiweiss, wovon

1) Lawes und Gilbert (Philos. Transact. II 1859 p. 520) fanden als procentischen Fettgehalt der 4 Viertel („carcass") und zwar mit Einschluss des in den Knochen enthaltenen Fetts, welches bei unseren Versuchen nicht besonders bestimmt, sondern bei den Knochen geblieben ist:

Fettes Lamm,	6 Monat alt,	84 Pfd. schwer	. . . .	36,9 %
Mageres Schaf,	1 Jahr „	97 „ „	. . . .	23,8 „
Halbfettes „	3¼ „ „	105 „ „	. . . .	31,3 „
Fettes „	1¼ „ „	127 „ „	. . . .	45,4 „
Extra fettes „	1¾ „ „	252 „ „	. . . .	55,1 „

Digitized by Google

35 %, also 41,3 g Fleischeiweiss[1]). Wie sich aus unserer Tab. V ergibt, sind in 100 Gewichtstheilen erkaltetem fettfreiem Muskelfleisch gut gemästeter Hammel durchschnittlich etwa 22 Gewichtstheile Trockensubstanz enthalten, wovon 16,5 (75 % der Trockensubstanz) auf Fleischfaser und 2,2 (10 %) auf Eiweiss im Fleischsaft, auf Eiweissstoffe im Ganzen mithin 18,7 Gewichtstheile zu rechnen. Obige 41,3 g Fleischeiweiss entsprechen demnach $\frac{41,3 \times 22}{18,7} = 48,6$ Fleischtrockensubstanz und $\frac{48,6 \times 100}{22} = 221$ g fettfreiem wasserhaltigem Fleisch gemästeter Hammel. Nimmt man nun an, dass das gesammte Fett, welches durch die Norm vorgeschrieben ist, 56 g, in der Fleischration enthalten sein soll, dass kein anderes als mit Fleisch verbundenes, einen Bestandtheil von Fleischstücken bildendes Fett, weder ausgeschmolzenes oder nicht ausgeschmolzenes thierisches Fett irgend welcher Art, noch vegetabilisches Fett, nebenher Verwendung finden soll, so sind auf 48,6 g Fleischtrockensubstanz 56 g Fett im Fleisch erforderlich, was einem Verhältniss von 1 : 1,15 entspricht. — Für die „nicht mit der Kraft ihrer Hände Arbeitenden" hält Voit es für besser, nur gegen 350 g Kohlehydrate statt 500 g zu geben und den übrigen Bedarf in Fett zu reichen[2]). Nach den von Voit angenommenen Aequivalentzahlen (175 Gewichtsth. Kohlehydrate = 100 Fett) bilden 86 g Fett den Ersatz von 150 g Kohlehydraten; die Normalration der nicht mit der Kraft ihrer Hände Arbeitenden lautet mithin auf 56 + 86 = 142 g Fett neben 48,6 g Fleischtrockensubstanz, und es kommen in diesem Falle auf 1 Gewichtstheil Fleischtrockensubstanz 2,9 Gewichtsth. Fett[3]). — Als Normalration eines körperlich stark Arbeitenden endlich, z. B. eines Soldaten im Kriege, betrachtet Voit 145 g Eiweiss, 100 g Fett und 500 g Kohlehydrate mit der näheren Bestimmung, dass daran 233 g

1) Untersuchungen der Kost in einigen öffentlichen Anstalten (München 1877) S. 20 u. 24. — Physiologie des allgem. Stoffwechsels und der Ernährung (Bd. 6 Th. I von Hermann's Handbuch der Physiologie [1881]) S. 519 ff.

2) Physiol. d. allgem. Stoffwechsels S. 520.

3) Das Verhältniss 1 : 2,9 reducirt sich auf das Verhältniss 1 : 2,4, wenn man als gleichwerthig mit 100 Fett nicht 175, sondern 250 Kohlehydrate annimmt (vgl. oben S. 306).

Digitized by Google

Fleisch, nach Obigem $\frac{233 \times 18,7}{100} = 43,6^{g}$ Fleischeiweissstoffen und $\frac{233 \times 22}{100} = 51,3^{g}$ Fleischtrockensubstanz entsprechend, betheiligt sein sollen[1]). Das Verhältniss von Fleischtrockensubstanz zu Fett ist somit hier (51,3 : 100) = 1 : 1,95.

Bei der durchaus ungerechtfertigten Forderung und unter der bei gemischter Kost niemals zutreffenden Voraussetzung, dass das gesammte Fett der Nahrung in den Fleischstücken, welche die benöthigten Fleischeiweissstoffe liefern, enthalten sei und kein anderes Fett nebenher verwandt werde, wären die Fleischstücke demnach nur dann als nicht überreichlich mit Fett beladen anzusprechen, wenn sie bei ihrer Verwendung seitens des

mittleren Arbeiters . . . . nicht mehr als **1,15** Gewth.
nicht mit der Kraft seiner Hände Arbeitenden „ „ „ **2,9** „
stark körperlich Arbeitenden . . . . . . „ „ „ **1,95** „

Fett auf 1 Gewichtstheil Fleischtrockensubstanz (entsprechend 0,25 — 0,64 — 0,43 Fett auf 1 wasserhaltiges Fleisch) enthielten. Es sind dies die alleräussersten Grenzwerthe nach oben: Werthe, welche einer Verminderung bedürfen, um sie dem thatsächlich Bestehenden anzupassen.

Wie sich nun das Verhältniss zwischen Fleischtrockensubstanz und Fett bei unseren Versuchsthieren gestaltet hat, geht aus der die Tab. IV ergänzenden Zusammenstellung auf folgender Seite hervor.

Nach dieser Tabelle kommt es schon bei den als fleischig oder fett oder fleischig und fett bezeichneten Thieren *A* II, *B* II, *B** III und *B* V nur ausnahmsweise vor, dass ein Fleischstück in seinem relativen Fettgehalt hinter dem für die nicht mit der Kraft ihrer Hände arbeitende, also besser situirte Bevölkerung aufgestellten — maximalen — Gehalt von 2,9 Fett auf 1 Fleischtrockensubstanz zurückbleibt. Aehnlich wie mit den einzelnen Fleischstücken verhält es sich mit der Gesammtheit derselben, den 4 Vierteln bei den gleichen Thieren; nur der 13 Monat alte Jährling *B* II mit 2,6 Fett in den 4 Vierteln incl. und 2,4 Fett in denselben excl. Nierentalg auf 1 Fleischtrockensubstanz erreicht

1) Physiol. d. allgem. Stoffwechsels S. 526.

Digitized by Google

Verhältniss zwischen Fleischtrockensubstanz und Fett in den einzelnen Fleischstücken und den Vier Vierteln.

Auf 1 Gewichtstheil Fleischtrockensubstanz kommen — Gewichtstheile Fett:

	Hammel *A* I 2¾ Jahr. Fast fleischig	Hammel *A* II 3 Jahr. Fett	Hammel *A* III 3½ Jahr. Sehr fett	Lamm *B* I 6½ Monat. Mager	Jährling *B* II 13 Monat. Fleischig	Jährling *B** III 19½ Monat. Fett	Hammel *B** IV 17½ Monat. Sehr fett	Hammel *B* V 21½ Monat. Fleischig u. fett	Hammel *B* VI 27½ Monat. Sehr fett
Hals	1,2	4,0	2,8	0,8	2,1	3,4	6,0	3,2	4,6
Brust	2,8	4,5	6,8	1,9	4,8	7,2	11,3	6,6	9,4
Lappen	2,1	6,6	11,2	0,7	4,0	7,0	13,9	7,6	8,5
Blatt	1,0	3,1	2,5	0,6	1,7	2,6	4,8	2,7	4,2
Carbonadenstück	1,1	2,6	3,2	0,6	2,0	2,6	4,5	3,2	4,9
Carré incl. Nieren u. Nierentalg	2,9	9,5	13,4	0,7	3,3	8,0	16,7	14,0	14,2
„ excl. „ „ „	2,0	5,6	7,0	0,7	3,0	3,8	8,5	7,8	8,5
Keule	1,1	3,4	3,5	0,6	1,6	2,7	3,9	4,1	4,8
4 Viertel incl. Nieren u. Nierentalg	1,6	4,8	5,7	0,7	2,6	4,2	7,8	5,9	6,9
4 Viertel excl. Nieren u. Nierentalg	1,5	4,0	4,5	0,7	2,4	3,5	6,3	4,8	6,0

jenen Grenzwerth nicht. Bei den als sehr fett bezeichneten Thieren *A* III, *B** IV und *B* VI wird das Verhältniss 2,9 : 1 bei den 4 Vierteln stets und bei den einzelnen Fleischstücken mit ganz wenigen Ausnahmen, die sich auf den 3½ Jahr alten Hammel *A* III beschränken, mehr oder weniger erheblich überschritten. Von den übrigen Thieren endlich, dem 2¾jährigen Hammel *A* I, bei Beginn der Mästung der älteren Thiere im fast fleischigen Zustande geschlachtet, und dem mageren 6½ Monat alten Lamme *B* I, wird das für den mittleren Arbeiter aufgestellte — in Bezug auf Fett minimale — Verhältniss von 1,15 Fett auf 1 Fleischtrockensubstanz nur von dem mageren Lamme nicht erreicht.

Man wird schwerlich mit der Annahme fehlgehen, dass es sich bei dem andern Fleischthiere κατ' ἐξοχήν, dem Rinde, ganz ähnlich verhält wie bei dem Schaf.

Berücksichtigt man nun, dass unsere Prämissen dem Fettgehalt der Fleischstücke viel zu günstig sind, berücksichtigt man ferner, dass dem Rind wie dem Schaf als Fleischthieren das Schwein gewissermassen als Fettthier zur Seite steht, so gelangt man zu dem Resultat, dass ein im Sinne des deutschen Landwirths fettes Fleischthier schon verhältnissmässig reichlich Fett enthält und dass

Digitized by Google

Weiterführung der Mast über diesen Zustand hinaus zu einer entschiedenen Ueberladung mit Fett führt. —

Den Unterschieden im Gehalt der Fleischstücke und der 4 Viertel an Fleisch und Fett etc. gesellen sich zwar weniger hervortretende, aber doch deutliche Unterschiede im Gehalt des eigentlichen Fleisches an Trockensubstanz und deren Bestandtheilen hinzu (vgl. Tab. V). Dieselben ordnen sich theilweise wenigstens gewissen Regeln unter. So fällt bei dem wasserhaltigen fettfreien[1]) Fleisch das procentische Maximum von Trockensubstanz 7 mal auf das Carré und nur 2 mal auf andere Stücke (Keule, Hals); so bei der Fleischtrockensubstanz das procentische Maximum von organischen Fleischsaftstoffen (löslichem Eiweiss und sonstigen löslichen organischen Stoffen) und damit das

---

1) Es dürfte nicht überflüssig sein, darauf hinzuweisen, dass der Ausdruck „fettfrei" hier im strengen Sinne des Worts zu nehmen ist, während man häufig unter fettfreiem Fleisch solches versteht, welches nur mechanisch (mit Messer und Schere etc.) und nicht auch chemisch von Fett befreit ist. Besondere Veranlassung zu dieser Bemerkung geben mir die vor kurzem veröffentlichten „Versuche zur Auffindung einer wissenschaftlichen Methode der Fleischcontrole" von Dr. Carl Virchow (R. Virchow's Archiv Bd. 84 [1881] S. 543). Das Untersuchungsmaterial, als „reine Muskelsubstanz", als „reines Fleisch" bezeichnet, wurde durch Schaben des rohen Fleisches mit stumpfem Messer gewonnen, nachdem constatirt war, dass dieses Verfahren und das Herauspräpariren mit der Schere gleichartiges Material liefern. Bestimmungen des Fettgehalts desselben sind nicht ausgeführt. Virchow bemerkt darüber: es sei zwar immer sehr fein vertheiltes Fett darin zurückgeblieben, er habe jedoch geglaubt, dasselbe ausser Betracht lassen zu dürfen, weil die procentische Menge eine sehr kleine und weil das Fett sich in so gleichmässiger Vertheilung im Fleische finde, dass Differenzen in der Zusammensetzung der reinen Fleischsubstanz daraus nicht resultiren. Das Zutreffen dieser Ansicht muss indess auf Grund der Untersuchungen von Petersen (Ztschr. f. Biologie VII, 166) entschieden bezweifelt werden, nach denen der procentische Fettgehalt sorgfältig von Sehnen und Fett mittels Messer und Schere befreiten Fleisches in ziemlich weiten Grenzen schwankt, beispielsweise bei Fleisch von dem Vorderschenkel eines Rindes in dem einen Falle 0,76, in dem andern 0,86, von dem Hinterschenkel dagegen 3,01 bzw. 3,40 % betrug. Wenn C. Virchow zu dem von dem unsrigen abweichenden Resultate gelangt ist, dass die Differenzen im procentischen Wasser- und Extractgehalt des Fleisches von verschiedenen Körperstellen keinerlei Constanz zeigen, so kann dies namentlich bei dem Wassergehalt sehr wohl darauf beruhen, dass seine Procentzahlen sich auf mehr oder weniger fetthaltiges, die unsrigen dagegen auf wirklich fettfreies Fleisch beziehen, dass mit anderen Worten factisch bestehende Regelmässigkeiten durch Ungleichheiten im Fettgehalt verdeckt sind.

Digitized by Google

Minimum von Fleischfaserstoffen stets auf Carré oder Keule. Das Fleisch im Carré enthielt also in den bei weitem zahlreichsten Fällen am wenigsten Wasser und das Fleisch in Carré oder Keule im Verhältniss zur Fleischfaser am meisten Fleischsafttheile. Es ist wohl kaum zu bezweifeln, dass die Bevorzugung des Carrés und der Keule als Bratenstücke damit in einem gewissen Zusammenhange steht. — Aufmerksamkeit verdient auch der procentische Trockengehalt des frischen fettfreien Fleisches bei den verschiedenen Thieren. Er steigt bei den älteren Thieren mit vorschreitender Mast von 20,73 auf 21,29, beträgt bei den jungen 6 ½ Monat alten mageren Thieren nur 18,98, bei den 12 ½ bzw. 13 Monat alten fleischigen bis fetten Thieren 19,65 bis 19,79 % und reicht erst bei den 17 ½ Monat alten sehr fetten und den 21 ½ Monat alten fleischigen und fetten Thieren mit 20,83 bzw. 20,65 % an den Gehalt der nicht gemästeten 2 ¾ jährigen (20,73) heran, um bei den sehr fetten 27 ½ Monat alten mit 21,40 zu culminiren. Man hat darin eine Bestätigung der Beobachtungen von Schlossberger, von J. Ranke[1]) u. A. zu erblicken, wonach die Muskeln bis zu einem gewissen Lebensalter im Wassergehalt ab- und im Trockengehalt zunehmen. Die Zunahme der Fleischtrockensubstanz vertheilt sich aber in unserem Falle, wie aus den procentischen Mittelzahlen für die einzelnen Bestandtheile der Fleischtrockensubstanz (lösliches Eiweiss u. s. w.) hervorgeht, nicht gleichmässig auf alle Bestandtheile, sondern wird vorzugsweise durch Zunahme der organischen Fleischsaftbestandtheile bedingt, durch Zunahme des löslichen Eiweiss bei den älteren Thieren, durch Zunahme der sonstigen organischen Stoffe bei den jungen Thieren. Es verhält sich demnach mit dem eigentlichen Fleisch der mehr oder weniger gemästeten Thiere dem der mageren gegenüber ganz ähnlich wie mit dem Carré und der Keule den sonstigen Fleischstücken gegenüber.

Zu Tab. VI: „Absoluter Gehalt der einzelnen Thiere an einzelnen Bestandtheilen".

Die Tabelle liefert die Grundlagen zur Beantwortung der Frage nach der Grösse des Fleisch- und Fettansatzes in den verschiedenen Lebensperioden bei mastigem und weniger mastigem Futter.

1) Tetanus S. 72 ff.

Digitized by Google

Der Fleischansatz — und in analoger Weise der Fettansatz — der Thiere *A* II und *A* III und *B* II bis *B* VI vom Beginn der Versuchsfütterung bis zum Schlachten findet in der Differenz: absoluter Fleischgehalt derselben minus absolutem Fleischgehalt der anfangs geschlachteten zugehörigen Thiere, *A* I einerseits, *B* I andererseits, seinen Ausdruck unter der Voraussetzung, dass *A* II und *A* III ursprünglich ebensoviel Fleisch enthalten haben wie *A* I, und *B* II bis *B* VI ebensoviel wie *B* I. Auf das Zutreffen dieser Voraussetzung würde man den Umständen nach (Abstammung der Thiere aus derselben Heerde, gleiche Haltung bis zum Beginn der Versuche etc.) einigermassen haben rechnen können, wenn die älteren Thiere für sich und die jungen für sich ursprünglich im Körpergewicht übereingestimmt hätten. Dies war jedoch namentlich bei den jungen Thieren nicht der Fall. Wir haben mit Rücksicht darauf, dass von vorn herein hauptsächlich nur in Frage stand (s. S. 297), wie das Verhältniss zwischen Muskelfleisch und Fett sich je nach dem Aufzucht- und Mastverfahren gestaltete, diesen Mangel an Uebereinstimmung bei Beginn der Versuche weniger beachtet, als wir jetzt wünschen, dass es geschehen sein möchte. Um die Differenzen im ursprünglichen Körpergewicht einigermassen zu eliminiren, bietet sich indess das Mittel dar, dass man den ursprünglichen Fleischgehalt etc. derjenigen Thiere, welche mit einem andern Körpergewicht wie die anfangs geschlachteten in die Versuche eingetreten sind, aus ihrem Körpergewicht mit Hilfe der Zusammensetzung der anfangs geschlachteten Thiere berechnet. Z. B.: der anfangs geschlachtete Hammel *A* I enthielt bei 41,15 kg Körpergewicht 2465 g Fleischtrockensubstanz in den 4 Vierteln, der mit einem Körpergewicht von 40,7 kg in den Versuch eingetretene Hammel *A* II demnach, wenn das Verhältniss zwischen Körpergewicht und Fleischtrockensubstanz bei ihm dasselbe wie bei *A* I, $\frac{40,7 \times 2465}{41,15} =$ 2438 g. Nach diesem Verfahren erhält man die in der Tab. VII unter der Ueberschrift „Ursprünglicher Gehalt etc.“ zusammengestellten Werthe und durch Subtraction derselben von den factisch beim Schlachten gefundenen (Tab. VI) die in den letzten Columnen der Tab. VII verzeichneten Zunahmen vom Beginn der Versuchs-

Digitized by Google

fütterung bis zum Schlachten. Z. B.: der Gehalt des Hammels *A* II an Fleischtrockensubstanz der 4 Viertel nach 70tägiger Mastung betrug nach Tab. VI 2485 g, davon ab obige 2438 g bleibt für Zunahme in 70 Tagen 47 g, gegen 2485 — 2465 = 20 g nicht corrigirt, wenn man als nicht corrigirt die Werthe bezeichnet, zu denen man bei Nichtberücksichtigung der Unterschiede in dem ursprünglichen Körpergewichte gelangt. — Ausser Fleisch der 4 Viertel und Fett der 4 Viertel und des losen Talgs sind in Tab. VII der Vollständigkeit halber auch Sehnen nebst Bindegewebe und Fettmembranen sowie „sonstige Theile excl. Magen- und Darminhalt" aufgenommen. Die letzteren bestehen weitaus überwiegend aus den Schlachtabfällen: Blut, Eingeweide, Haut mit Beinen und Kopf mit Zunge (bei *A* I z. B. kommen von 15 491 g sonstigen Theilen 12 930 g auf Schlachtabfälle), im Uebrigen aus den abgelösten Knochen, den Nieren und dem Schwanz der 4 Viertel. Durch den Kopf mit Zunge, das Mark der Knochen, das Fett der Leber und des Herzens, das an dem ausgemahlenen Bindegewebe haften gebliebene Fett (vgl. S. 301) u. A. m. gehören dazu auch noch Muskelfleisch und Fett in nicht bestimmten, jedenfalls aber verhältnissmässig geringen und in unserem Falle — wo es sich wesentlich um Fleisch und Fett als Nahrungsmittel für Menschen handelt — zu vernachlässigenden Mengen. —

Soweit die Zahlen der Tab. VII nach den Körpergewichten corrigirt sind, können sie natürlich auf absolute Zuverlässigkeit keinen Anspruch machen. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der jungen Thiere, deren ursprüngliche Körpergewichte ziemlich erhebliche Differenzen aufweisen: Differenzen, welche theils dadurch, dass das eine Thier mehr als das andere zu einem mehr oder weniger grossen Körper veranlagt war, bedingt sein können, zum grössten Theil aber ohne Zweifel auf Unterschiede im Alter [1]) und im Ernährungszustande zurückzuführen sind. Man muss deshalb namentlich bei den die jungen Thiere betreffenden Zahlen die Möglichkeit des Vorhandenseins ziemlich weiter Fehlergrenzen zugeben. Ihr wirkliches Vorhandensein wird jedoch durch nichts bewiesen; es spricht

1) Der Tag der Geburt liess sich für die einzelnen Thiere nicht feststellen, es war nur die einen längeren Zeitraum umfassende Lammzeit bekannt.

Digitized by Google

Tabelle VII.

	Körpergewicht bei Beginn der Versuche	Ursprünglicher Gehalt, bei *A* I und *B* I direct gefunden, bei den übrigen Thieren aus dem Körpergewicht berechnet								Zunahme nach Elimination der durch die Verschiedenheit der Anfangsgewichte bedingten Differenzen								
		Fett in				Fleisch der 4 Viertel		Sehnen, Fettmembr. etc. in 4 Viertel u. losem Talg	Sonst. Theile excl. Magen u. Darminhalt	in Tagen	Fett in				Fleisch der 4 Viertel		Sehnen, Fettmembr. etc. in 4 Viertel u. losem Talg	Sonst. Theile excl. Magen u. Darminhalt
		Fleisch der 4 Viertel	Nierentalg	losem Talg	Summa	frisch, wasserhaltig	wasserfrei				Fleisch der 4 Viertel	Nierentalg	losem Talg	Summa	frisch, wasserhaltig	wasserfrei		
	kg	g	g	g	g	g	g	g	g		g	g	g	g	g	g	g	g
Aeltere Thiere.																		
A I. Nicht gemästet, $2^3/_4$ Jahr alt	41,15	3614	412	1380	5406	11891	2465	2962	15491	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A II. Fett, 3 Jahr alt	40,7	3575	407	1365	5347	11761	2438	2930	15322	70	6450	1351	1929	9730	—21	47	828	1413
A III. Sehr fett, $3^1/_2$ Jahr alt	40,5	3557	405	1359	5321	11703	2426	2915	15246	203	8210	2471	3057	13738	420	155	1249	1308
Junge Thiere.																		
B I. Bei Beginn d. Versuches geschl. $6^1/_2$ Mon. alt	17,8	688	—	430	1118	5125	972,7	845	7822	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B II. Zuwachsfutter. Fleischig. 13 Mon. alt	23,4	905	—	565	1470	6737	1279	1111	10283	203	3577	516	1741	5834	2933	621	1493	2109
*B**III. Mastfutter. Fett. $12^1/_2$ Mon. alt	24,1	932	—	582	1514	6939	1317	1144	10590	189	6016	1270	3336	10622	2945	639	2012	3734
*B**IV. Mastfutter. Sehr fett. $17^1/_2$ Mon. alt	21,6	835	—	522	1357	6219	1180	1025	9492	336	13383	3218	4942	21543	4499	1053	2827	5978
B V. Zuwachsfutter. Fleischig u. fett. $21^1/_2$ Mon. alt	23,8	920	—	575	1495	6853	1301	1130	10459	462	10714	2580	3612	16906	4791	1104	1935	5401
B VI. Nach 462täg. Zuwachsfutter Mastfutter. Sehr fett. $27^1/_2$ Mon. alt	22,6	873	—	546	1419	6507	1235	1073	9931	637	15439	2472	8544	26455	6187	1481	3299	6789

Digitized by Google

vielmehr dagegen, dass in den Zahlen für Zunahme an Fett und Fleisch, also in denen, auf welche es hauptsächlich nur ankommt, Widersprüche sich durchaus nicht bemerkbar machen. —

Am augenscheinlichsten geht aus der Tabelle hervor, dass die Production von Fleisch bei den älteren Thieren den jungen gegenüber durchaus in den Hintergrund tritt. Eine 203 tägige Mastung hat z. B. bei dem anfangs 2¾ Jahr alten Hammel *A* III nur eine Zunahme von

420 g wasserhaltigem = 155 g wasserfreiem Fleisch

bewirkt, eine denselben Zeitraum umfassende Ernährung mit Zuwachsfutter bei dem anfangs ca. 6½ Monat alten Lamm *B* II dagegen eine Zunahme von

2933 g wasserhaltigem = 621 g wasserfreiem Fleisch.

Und so ähnlich auch sonst. Dabei ist zu beachten, dass muthmaasslich die Zunahme der jungen Thiere *B* II bis *B* VI an Fleisch in Wirklichkeit mehr betragen hat, als sich aus der Tabelle ergibt. Der ursprüngliche Gehalt derselben an Fleisch ist nämlich nach den Ergebnissen der Untersuchung von Thieren (*B* I) berechnet, welche im Körpergewicht nicht unerheblich zurückstanden, und zwar aller Wahrscheinlichkeit nach (s. o. S. 326) wegen weniger vorgeschrittenen Alters und weniger guten Ernährungszustandes. Die Thiere *B* II bis *B* VI waren daher (vgl. S. 318) aller Wahrscheinlichkeit nach bei Beginn der Versuche procentisch ärmer an Fleisch und reicher an Fett als *B* I. Wenn aber dies der Fall, so hat die auf Grundlage der procentischen Zusammensetzung von *B* I ausgeführte Berechnung ihres ursprünglichen absoluten Fleisch- und Fettgehalts für das Fleisch zu hohe, für das Fett zu niedrige Werthe geliefert, und es sind demzufolge die Zunahmen an Fleisch grösser, die Zunahmen an Fett geringer gewesen, als in der Tabelle angegeben.

Ein weiterer Unterschied zwischen dem Verhalten der älteren und der jungen Thiere kommt zum Vorschein, wenn man die Vertheilung der Fleischtrockensubstanz auf die in Wasser löslichen Fleischsaftstoffe (incl. Mineralstoffe; s. Anm. zu Tab. V) und die darin unlöslichen Fleischfaserstoffe ins Auge fasst. Die hier in Betracht kommenden Werthe, in analoger Weise wie die in Tab. VII verzeichneten abgeleitet und diese ergänzend, sind folgende:

Digitized by Google

	Ursprünglicher Gehalt		Zunahme	
	Fleisch-saftstoffe g	Fleisch-faserstoffe g	Fleisch-saftstoffe g	Fleisch-faserstoffe g
A I	600	1865	—	—
A III	590	1836	87	68
B I	209,7	763,0	—	—
B II	276	1003	162	459
*B** III	284	1033	203	436
*B** IV	254	926	302	751
B V	281	1020	291	813
B VI	266	969	431	1050

Für *A* II fehlen Bestimmungen. — Bei den älteren Thieren *A* III fallen darnach von 155g Fleischtrockensubstanzzunahme 87g oder 56 % auf Saftstoffe (vorzugsweise Eiweiss; vgl. S. 324) und nur 68g oder 44 % auf Faserstoffe, bei dem Lamme *B* II dagegen von 621g Zunahme nur 162g oder 26 % auf Saftstoffe und 459g oder 74 % auf Faserstoffe. Ebenso wie bei *B* II ist auch bei *B* III bis *B* VI die Zunahme der Fleischtrockensubstanz vorzugsweise durch Zunahme der Faserstoffe, also der für die Ausbildung des Muskelsystems wichtigsten Stoffe, bedingt.

Den ursprünglichen Gehalt der älteren Thiere an frischem Fleisch, bzw. dessen Bestandtheilen, gleich 100 gesetzt, hat sich derselbe durch 70 tägige Mästung bei *A* II und durch 203 tägige bei *A* III folgendermassen verändert[1]):

		A II 70 Tage	*A* III 203 Tage
Frisches Fleisch	100 :	99,8 :	103,6
Fleischtrockensubstanz . . .	100 :	101,9 :	106,4
Fleischfaserstoffe	100 :	(?) :	103,7
Fleischsaftstoffe	100 :	(?) :	114,7

Durchaus abweichend davon sind die zugehörigen Veränderungen des Fettgehalts. Der Hammel *A* II hat während 70 tägiger Mästung 9730g Fett gegen 47g Fleischtrockensubstanz, der Hammel *A* III während 203 tägiger Mästung 13738g Fett gegen 155g Fleischtrockensubstanz angesetzt, jener also 207 mal, dieser 89 mal so viel

1) Die Grundlagen der Rechnung enthält Tab. VII und deren Ergänzung (s. oben); die Zahl 99,8 ergibt sich z. B. nach dem Ansatze 11761 : (11761 — 21) = 100 : 99,8; der Mindergehalt an frischem Fleisch bei Mehrgehalt an Fleischtrockensubstanz (101,9) ist durch Wasserverlust leicht zu erklären.

Digitized by Google

Fett als Fleischtrockensubstanz. Es ist ferner der Fettbestand bei dem Hammel *A* II von 5347^{g} auf 15077^{g}, bei dem Hammel *A* III von 5321^{g} auf 19059^{g} durch die Mästung gestiegen, was einem Verhältniss von

100 : 281 : 358
gegen 100 : 101,9 : 106,4

bei Fleischtrockensubstanz entspricht.

Die Resultate unserer Versuche mit älteren als ausgewachsen zu betrachtenden Thieren berechtigen somit einstweilen zu dem Ausspruche:

> Bei der Mästung ausgewachsener Thiere ist auf eine irgendwie namhafte Production von eigentlichem Fleisch nicht mehr zu rechnen, es kommt dabei vielmehr, wenn man der Fleischproduction die Fettproduction gegenüberstellt, nur die letztere in Betracht.

Bezüglich der übrigen in Tab. VII unterschiedenen Körpertheile ergibt sich, dass sie bei den älteren Thieren eine absolut und theilweise auch relativ grössere Gewichtsvermehrung erfahren haben als das Fleisch. Wir verzichten auf eine nähere Betrachtung der hier obwaltenden Verhältnisse namentlich auch mit Rücksicht auf den Umstand, dass es an der Kenntniss der in den übrigen Theilen verbliebenen Fleisch- und Fettmengen fehlt (vgl. S. 326).

Für die Production von Fleisch im engeren Sinne des Worts ist man also nach den Ergebnissen unserer Versuche auf das junge, noch wachsende Thier angewiesen.

Diese Production, oder mit anderen Worten die Entwicklung des Muskelsystems war bereits bei den ungefähr 6½ Monat oder 198 Tage alten Lämmern, wie sie in den Versuch eingestellt wurden, zur Hälfte vollendet, obgleich ihre Ernährung bis dahin keineswegs eine kräftige gewesen war. Der Gehalt der 4 Viertel an frischem Fleisch betrug bei den anfangs geschlachteten Thieren mit einem Körpergewicht von 17,8^{kg}, 5125^{g} und war danach bei den übrigen zu der entsprechenden Zeit 21,6 bis 24,1^{kg} schweren Thieren auf 6200 bis 6900^{g} zu veranschlagen, während er in den günstigsten Fällen, nämlich bei dem 3⅓ Jahr alten Hammel *A* III und dem 2⅓ Jahr alten Hammel *B* VI, nicht über 12123^{g} bei jenem und

Digitized by Google

12694^g bei diesem hinausging. Nimmt man als mittleren Fleischbestand unserer 6½ Monat alten Lämmer 6000^g an, so hat der mittlere tägliche Fleischzuwachs während ihres bisherigen Lebens mit Einschluss des ca. 154 tägigen intra-uterinen ungefähr $\frac{6000}{154 + 198} = 17^g$ betragen: ein Zuwachs, der, wie wir sehen werden, später nicht wieder erreicht ist. Man wird dadurch an die Beobachtungen Riedel's erinnert, wonach bei Säugethieren das Wachsthum der Muskeln post partum nicht mehr auf Vermehrung der Zahl der Muskelfasern, sondern allein auf Vergrösserung der bei der Geburt vorhandenen Elemente beruht[1]).

Ueber die spätere Gestaltung des Zuwachses an Fleisch, sodann aber auch an den übrigen Bestandtheilen gibt Tab. VIII Auskunft. Es sind darin für die durch das successive Schlachten markirten Versuchsperioden[2]) die täglichen Durchschnittswerthe zusammengestellt, letztere auf Grundlage von Tab. VII und deren Ergänzung S. 329 für jede erste Periode in der Weise berechnet, dass man die betreffende Zunahme während der ganzen Periode durch die Zahl der Versuchstage dividirt hat, für jede zweite Periode — und analog für die folgenden — in der Weise, dass man die Zunahme in der ersten Periode von der Gesammtzunahme in der ersten und zweiten in Abzug gebracht und den Rest durch die Zahl der Tage, welche die zweite Periode umfasst, dividirt hat. Z. B.:

Zunahme an frischem Fleisch in den 189 Tagen der 1. Periode der Versuchsreihe: Mästung der jungen Thiere von Anfang an, nach den Beobachtungen bei B^* III = 2945^g, mithin $\frac{2945}{189} = 15{,}58^g$ Zunahme pro Tag;

Zunahme an frischem Fleisch in den 189 + 147 = 336 Tagen der 1. und 2. Periode derselben Versuchsreihe nach den Beobachtungen bei B^* IV = 4499^g; davon abgezogen die vorigen 2945^g, bleibt Rest für die zweite 147 tägige Periode 1554^g, mithin Zunahme pro Tag $\frac{1554}{147} = 10{,}57^g$.

1) Untersuchungen aus dem anatomischen Institute zu Rostock, herausgegeben von Merkel (Rostock 1874), S. 73.

2) Diese stimmen nicht immer mit den in Tab. I unterschiedenen überein, sondern umfassen in der Regel mehrere der letzteren. Vgl. auch Anm. 2 zu folg. Seite.

Digitized by Google

Man hat bei dieser Berechnung die Voraussetzung gemacht und machen müssen, dass die Differenzen im ursprünglichen Körpergewicht die Zunahme an Fleisch etc. nicht beeinflusst haben, dass letztere vielmehr nur durch das Futter bedingt, nur von dem Futter abhängig gewesen ist. —

Die Art und Weise, wie man zu den Zahlen der Tab. VIII gelangt ist, verbietet es offenbar, mit der Erwartung an sie heranzutreten, dass die bestehenden Gesetzmässigkeiten sich in aller Schärfe darin abspiegeln. Man würde dazu, von Anderem abgesehen, nur dann berechtigt sein, wenn ein wunderbarer Zufall gewollt hätte, dass die sämmtlichen Thiere in ihrer Beanlagung zum Fleisch- und Fettansatz genau übereingestimmt hätten. Welch erhebliche Unterschiede aber gerade in dieser Hinsicht unter übrigens so weit als möglich gleichen Verhältnissen (in derselben Familie, bei gleicher Ernährung etc.), also einzig und allein unter dem Einfluss der Individualität vorkommen, lehrt die tägliche Erfahrung; sie lehrt zudem, dass solche Unterschiede bald schon in früheren, bald erst in späteren Lebensperioden hervortreten. Man wird daher bei der Discussion jener Zahlen über manche Unregelmässigkeiten hinwegsehen und sich mehr nur von dem Gesammteindruck leiten lassen dürfen. Einen gewissen Anhalt zur Orientirung darüber, nach welcher Richtung hin und in welchem Grade die Zahlen von der Norm abweichen, liefert der Vergleich der täglichen Production von Fett, Fleisch, Sehnen etc. und sonstigen Theilen im Ganzen (in Tab. VIII unter (*a*) aufgeführt) mit den entsprechenden m i t t l e r e n t ä g l i c h e n K ö r p e r g e w i c h t s z u n a h m e n (Col. (*b*) in Tab. VIII) der Versuchsthiere[1]), wie diese sich aus Tab. I für die 2. Periode bei der Lämmer-Mastabtheilung, für die 3. Periode bei der Lämmer-Zuwachsfutterabtheilung und für die beiden bei den älteren Thieren unterschiedenen Perioden unmittelbar, für die übrigen, nämlich 1. Periode der beiden Lämmerabtheilungen und 2. Periode der Lämmer-Zuwachsfutterabtheilung, mittelbar ergeben[2]). Das Ver-

1) Immerhin aber deshalb mehr oder weniger trügerischen Anhalt, weil man nicht weiss, ob Fleisch- und Fettproduction g l e i c h m ä s s i g von der Norm abgewichen sind.

2) Erste Periode der Lämmer-Mastabtheilung: Durchschnittliches Körper-

Digitized by Google

Tabelle VIII.

Fleisch- und Fett- etc. Production pro Tag und Stück in den verschiedenen Versuchsperioden.

	Alter der Thiere bei Beginn und am Schluss der Periode	Dauer der Periode	Fett in				Fleisch				Sehnen, Fettmembranen etc. in 4 Viertel u. losem Talg	Sonstige Theile	Fett, frisches Fleisch, Sehnen etc. u. sonst. Theile im Ganzen (*a*)	Zunahme des Körpergewichts excl. Wolle. Gesammtmittel nach Tab. I (*b*)	Verhältniss von $b : a = 100$:
			Fleisch der 4 Viertel	Nierentalg	losem Talg	Summa	frisch, wasserhaltig	-Trockensubstanz	-Faserstoffe	-Saftstoffe					
		Tage	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	
Junge Thiere bei Mastfutter von Anfang an (*B).**															
1. Periode	6½–12½ Mon.	189	31,83	6,72	17,65	56,20	15,58	3,38	2,31	1,07	10,65	19,76	102,19	105	97
2. „	12½–17½ „	147	50,12	13,25	10,92	74,29	10,57	2,82	2,15	0,67	5,54	15,27	105,67	71	149
Junge Thiere, anfangs bei Zuwachs-, später bei Mastfutter (*B*).															
1. Periode. Zuwachsfutter	6½–13 Mon.	203	17,62	2,54	8,58	28,74	14,45	3,06	2,26	0,80	7,35	10,39	60,93	75	81
2. „ desgl.	13 –21½ „	259	27,55	7,97	7,23	42,75	7,17	1,86	1,37	0,49	1,71	12,71	64,34	54	119
3. „ Mastfutter	21½–27½ „	175	27,00	— 0,62	28,18	54,56	7,98	2,15	1,35	0,80	7,79	7,93	78,26	(71 – 37) 72	109
Aeltere Thiere bei Mastfutter (*A*)[1]															
1. Periode	2¾– 3 Jahr	70	92,14	19,30	27,56	139,00	— 0,30	0,69	?	?	11,83	20,19	170,72	146	117
2. „	3 – 3⅓ „	133	13,23	8,42	8,48	30,13	3,32	0,81	?	?	3,17	— 0,79	35,83	62	58

1) Die Zunahme an Fleischfaser- und Fleischsaftstoffen kann hier nur für Periode 1 und 2 zusammengenommen angegeben werden; sie berechnet sich auf 0,33 g Fleischfaserstoffe und 0,43 Fleischsaftstoffe (0,76 Fleischtrockensubstanz im Ganzen) durchschnittlich pro Tag.

Digitized by Google

hältniss zwischen den Werthen (*a*) und (*b*), letzterer gleich 100 gesetzt, ist aus der letzten Columne von Tab. VIII zu ersehen. Man darf vermuthen, dass die Production der für Tab. VIII in Betracht gezogenen Thiere der normalen gegenüber dort zu günstig gewesen ist, wo die Zunahme an Fleisch, Fett etc. im Ganzen (*a*) die mittlere Körpergewichtszunahme (*b*) übersteigt, wo also die Zahl in der letzten Columne über 100 hinausgeht, und um so mehr zu günstig, je mehr dies der Fall — und umgekehrt. Die eingeklammerten Zahlen unter (*b*): 71 — 37 neben 54 bei der 2. Periode der Zuwachsfutterabtheilung sollen bemerklich machen, dass die tägliche Körpergewichtszunahme in der zweiten Hälfte dieser Periode (37^g) sehr erheblich hinter der in der ersten Hälfte (71^g) zurückgeblieben ist.

Fasst man nun zunächst den Ansatz von Fleisch bei den jungen Thieren im Allgemeinen ins Auge, so ergibt sich eine allmähliche Verminderung (Depression) desselben mit vorschreitendem Lebensalter. Eine Ausnahme macht nur die dritte und letzte, die Mastperiode der Zuwachsfutterabtheilung. Diese Ausnahme verschwindet jedoch, wenn man sich statt an die Zahlen für frisches Fleisch und für Fleischtrockensubstanz an die Zahlen für Fleisch**faser**stoffe hält: die tägliche Zunahme daran in der 3. Periode ($1{,}35^g$) beträgt nicht mehr, sondern etwas weniger als in der 2. Periode ($1{,}37^g$), und der tägliche Mehransatz von $2{,}15 - 1{,}86 = 0{,}29^g$ Fleischtrockensubstanz in der 3. Periode wird durch den Mehransatz von $0{,}80 - 0{,}49 = 0{,}31^g$ Fleischsaftstoffen

---

gewicht pro Stück nach Tab. I am 17. Juli 77 = $23{,}4^{kg}$, am 22. Januar 78 nach 189 Tagen = $43{,}2^{kg}$, mithin Zunahme $19{,}8^{kg}$; $\frac{19800}{189} = 105^g$ pro Tag.

Erste Periode der Zuwachsabtheilung: Durchschnittliche Körpergewichtszunahme pro Stück vom 17. Juli 77 bis 22. Januar 78 in 189 Tagen nach Tab. I $37{,}5 - 23{,}3 = 14{,}2^{kg}$; dazu für die 14 Tage, mit denen sich die 203 tägige Periode der Tab. VIII in die Periode vom 23. Januar bis 17. Juni 78 der Tab. I hinein erstreckt, $14 \times 71 = 994^g$; demnach Zunahme in 203 Tagen $14200 + 994 = 15194^g$ oder 75^g pro Tag.

Zweite Periode der Zuwachsabtheilung: Durchschnittliche Körpergewichtszunahme pro Stück vom 23. Januar bis 22. October 78 in 273 Tagen nach Tab. I $52{,}6 - 37{,}5 = 15{,}1^{kg}$, davon ab für 14 Tage 994^g, bleibt Rest 14106^g; $\frac{14106}{259} = 54^g$ Zunahme pro Tag.


Digitized by Google

mehr als gedeckt. Es ist dabei allerdings zu beachten, dass nach den betreffenden Verhältnisszahlen: 119 und 109 die Norm in der 2. Periode mehr als in der dritten überschritten ist.

Von hervorragendem Interesse ist dann die Frage, ob und wie weit das Mastfutter für den Fleischansatz der jungen Thiere mehr geleistet hat als das Zuwachsfutter. Nach den Zahlen in Tab. VIII ist dies während der Zeit vom vollendeten 6½. bis zum vollendeten 12½—13. Lebensmonat in erheblicher Weise keineswegs der Fall gewesen. Der Ansatz von frischem Fleisch beträgt bei der Mastfutterabtheilung im Durchschnitt der ersten 189 Versuchstage 15,58 g, bei der Zuwachsfutterabtheilung im Durchschnitt der ersten 203 Versuchstage 14,45 g, der Ansatz von Fleischtrockensubstanz dort 3,38, hier 3,06 g, und es vertheilt sich die Fleischtrockensubstanz dort auf 2,31 g Fleischfaser- und 1,07 g Fleischsaftstoffe, hier auf 2,26 g Fleischfaser- und 0,80 g Fleischsaftstoffe. Der Ansatz ist also zwar bei der Mastfutterabtheilung etwas grösser als bei der Zuwachsfutterabtheilung gewesen, der Unterschied zu Gunsten der ersteren aber im Wesentlichen auf Fleischsaftstoffe zurückzuführen. Ausserdem kommt in Betracht einestheils, dass die Depression des Fleischansatzes mit vorschreitendem Lebensalter in der 1. Periode der Mastfütterung wegen ihrer um 14 Tage kürzeren Dauer (189 Tage) etwas weniger Gelegenheit gehabt hat, sich geltend zu machen, als in der 1. Periode der Zuwachsfütterung (203 Tage), andertheils, dass die in beiden Fällen negative Abweichung von der Norm bei jener nur 100 — 97 = 3, bei dieser dagegen 100 — 81 = 19 betrug. — Wie es sich in der Folgezeit mit der Fleischproduction durch Mastfutter gegenüber der durch Zuwachsfutter verhalten hat, kann nur vermuthungsweise angegeben werden, da es in Unterschätzung des Einflusses des Alters auf den Fleischansatz versäumt worden ist, aus der Zuwachsfutterabtheilung ein Thier zu derselben Zeit zu schlachten, wo die 2. und letzte Periode der Mastfutterabtheilung ihr Ende nahm. Die 2. Periode der Zuwachsfutterabtheilung, mit 7,17 g durchschnittlich täglicher Fleischzunahme, umfasst 112 Tage mehr als die 2. Periode der Mastfutterabtheilung mit 10,57 g Fleischzunahme und erstreckt sich bis zu einem Alter der Thiere von ca. 21½ Monaten,

Digitized by Google

während die Thiere in der Mastfutterabtheilung nur 17½ Monat alt wurden. Eine wesentliche Differenz in der durchschnittlichen täglichen Fleischzunahme zu Ungunsten der Zuwachsfutterabtheilung ist schon dieses Umstandes wegen nicht zu verwundern, um so weniger aber noch, wenn man beachtet, dass die in beiden Fällen positive Abweichung von der Norm bei der Zuwachsfutterabtheilung nur 119 — 100 = 19, bei der Mastfutterabtheilung dagegen 149 — 100 = 49 beträgt und dass die Körpergewichtszunahme in der 2. Zuwachsfutterperiode successive einen sehr bedeutenden Abschlag erlitten hat: von 71 g durchschnittlich täglich in der ersten grösseren Hälfte, welche mit dem Tage endete, wo die 2. Periode der Mastfutterabtheilung ihren völligen Abschluss fand (s. Tab. I), auf 37 g in der zweiten Hälfte.

Zu einer sicheren Beantwortung der in Rede stehenden Frage reichen somit die Versuche nicht aus. Wir glauben indess nach Erwägung aller Umstände nicht fehlzugehen, wenn wir annehmen, dass bei gleicher Dauer in gleichem Lebensalter das Zuwachsfutter auch für die Production von Fleisch nicht viel weniger geleistet haben würde als das Mastfutter, ebenso wie es nach S. 317 für die Production von Körpermasse im Ganzen (Körpergewicht) nicht viel weniger geleistet hat. Wir tragen sogar auf Grund unserer Versuche kein Bedenken, die Ansicht zu vertreten, dass für die Production von Fleisch im engeren Sinne des Worts ein kräftiges Zuwachsfutter vor einem ausgesprochenen Mastfutter unter gewissen Bedingungen, bei denen wir besonders die Anlage zu rascherer oder langsamerer Körperentwicklung, die sog. Frühreife oder Spätreife der Thiere, vor Augen haben, entschieden den Vorzug verdient. Je weniger die Thiere sich durch Frühreife auszeichnen, desto eher wird eine starke Mästung von Jugend auf durch übermässige Fettbildung, theilweise vielleicht geradezu durch Verfettung, einen Zustand herbeiführen, der ihr Leben gefährdet. Bei unseren Versuchsthieren, welche einem nicht frühreifen Schlage angehörten, konnte trotzdem, dass sie bei Beginn der Versuche bereits 6½ Monat alt waren, die sofort eingeleitete Mästung ohne das Risico plötzlicher Erkrankungen und Todesfälle und ohne Verzicht auf eine fernere nennenswerthe Körpergewichtszunahme (vgl. S. 300) nicht wohl über

Digitized by Google

das Alter von 17½ Monat hinaus fortgesetzt werden. Die betreffenden Thiere hatten es aber damals (vgl. Tab. VII) erst zu einem Fleischansatz gebracht, welcher ungefähr 1700 g weniger betrug als der bei der Abtheilung mit anfänglichem Zuwachsfutter und später folgendem Mastfutter in dem Alter von 27½ Monaten erzielte, und ihr damaliger Fleischbestand (ursprünglicher Fleischgehalt + Fleischansatz) blieb um etwa 1000 g hinter dem Fleischbestande zurück, welchen die älteren, bei gewöhnlichem, mässigem Futter aufgewachsenen Thiere in dem Alter von 33 Monaten bei Beginn der Mästung aufwiesen. Hätten die Versuchsthiere statt einem spätreifen einem frühreifen Schlage angehört, so würde bei ihrer Mästung im jugendlichen Zustande die Entwicklung des Muskelsystems, der Ansatz von eigentlichem Fleisch, mit dem Ansatz von Fett mehr gleichen Schritt gehalten und der Fleischbestand am Ende der Mastzeit sich dem überhaupt erreichbaren mehr genähert haben. Um diesen Unterschied zwischen frühreifen und spätreifen Thieren kurz zu charakterisiren, kann man sich des Ausdrucks bedienen: Die Fleischproduction steht bei den spätreifen Thieren verhältnissmässig mehr unter dem Einflusse der Zeit und verhältnissmässig weniger unter dem Einflusse des Futters als bei den frühreifen, und umgekehrt. Eine gewisse Beschleunigung der Fleischproduction durch Verstärkung des Futters ist damit natürlich nicht ausgeschlossen. Wir haben sie in unserem Falle insofern erreicht, als der Fleischbestand (12694 g) des in dem Alter von 27½ Monaten geschlachteten Hammels *B* VI aus der Abtheilung mit kräftigem, das gewöhnliche Maass übersteigendem Aufzuchtfutter vom vollendeten 6½. bis zum vollendeten 21½. Lebensmonat und mit Mastfutter hinterher über den Fleischbestand (11891 g) des ungemästeten, bei gewöhnlichem Aufzuchtfutter herangewachsenen 33 Monat alten Hammels *A* I um 800 g hinausging. Möglicherweise hat man es hier indess nur scheinbar mit einer solchen Beschleunigung zu thun und ist der Unterschied im Fleischbestande der beiden Thiere in Wirklichkeit darauf zurückzuführen, dass sie von Haus aus ungleich zu Fleischansatz veranlagt waren. Wir haben ausserdem guten Grund zu der Annahme, dass der Nährstoffgehalt des Gesammtfutters von *B* VI trotz seiner um

Digitized by Google

5½ Monat kürzeren Lebenszeit den des Gesammtfutters von *A* I um einen auf 20000 bis 30000 g zu veranschlagenden Betrag überstiegen hat[1]).

Darnach erscheint es zweifelhaft, ob man nicht bei spätreifen Thieren durch Aufzucht in mässigem Tempo bei mässigem Futter und Mästung der ausgewachsenen Thiere nach längerer oder kürzerer Zwischennutzung (vgl. S. 297) Fleischsubstanz in marktgängiger Waare ebenso ökonomisch oder gar ökonomischer producirt als durch raschere und unmittelbare Heranbildung der Thiere zur Schlacht-

1) Die für gewöhnliche Haltung geltenden Fütterungsnormen E. Wolff's (Fütterungslehre 3. Aufl. S. 227) lauten:

Wachsende Schafe pro Tag und Stück:

Alter	mittleres Lebendgewicht	Nährstoffe im Ganzen
6 — 8 Mon. (ca. 182 — 243 Tage)	33½ kg	530 g
8 — 11 „ („ 244 — 335 „)	37½	523½
11 — 15 „ („ 336 — 456 „)	41	531
15 — 20 „ („ 457 — 608 „)	42½	512½

Aeltere Schafe, gröbere Rassen:

Pro Tag und Kilogramm Körpergewicht 11,7 g Nährstoffe im Ganzen.

Nach letzterer Angabe berechnet sich für unsere älteren, zu der Zeit, wo sie mit ca. 2¾ Jahren (1004 Tagen) in den Versuch eintraten, incl. voller Wolle ungefähr 45 kg schweren Thiere eine Nährstoffmenge von 45 × 11,7 = 526½ g pro Tag und Stück. Der Nährstoffverbrauch der älteren Thiere von demselben Alter an, nämlich 6½ Monat oder 198 Tage, mit welchem die jungen bis dahin gewöhnlich ernährten Thiere in den Versuch eintraten, bis zu dem Alter von 1004 Tagen, also in 1004 — 198 = 806 Tagen ist darnach wie folgt zu veranschlagen:

für 45 Tage	(243 weniger 198)	à 530 g	=	23850 g
„ 92 „	(244 bis 335)	à 523½	=	48162
„ 121 „	(336 „ 456)	à 531	=	64251
„ 152 „	(457 „ 608)	à 512½	=	77900
„ 396 „	(609 „ 1004)	à 526½	=	208494
für 806 Tage im Ganzen	. . . . . .			422657 g

Dagegen beträgt der Nährstoffconsum pro Stück in der Abtheilung *B* mit Zuwachsfutter anfangs und Mastfutter zum Schluss nach Tab. I:

für 98 Tage	à 561 g	=	54978 g
„ 91 „	à 575	=	52325
„ 147 „	à 664	=	97608
„ 126 „	à 693	=	87318
„ 175 „	à 901	=	157675
für 637 Tage im Ganzen			449904 g

mithin 27247 g mehr als obige 422657 g.

Digitized by Google

waare mittels kräftigen Aufzuchtfutters. Aber nur für Fleischsubstanz in marktgängiger Waare schlechthin, nicht in solcher Waare, in welcher das Fleisch den für manche Zwecke so erwünschten Zustand zeigt, den man als „durchwachsen“ oder genauer ausgedrückt als „mit Fett durchwachsen“ bezeichnet und von dem Herm. v. Nathusius folgende Charakteristik gibt[1]):

„Durchschneidet man das Stück eines Muskels derartig, dass man die in der Länge des Muskels verlaufenden Fasern quer auf die Länge trennt, dann stellt sich die Schnittfläche bei magerem Fleisch als eine ziemlich gleichartige rothgefärbte Masse dar. Ist mehr Fett in dem Muskel abgelagert, dann erscheinen auf der Schnittfläche in der rothen Masse weisslich gefärbte Kreise; es sind dies Fettlagen, welche die grösseren Faserbündel umgeben. Diese Fettlinien sind mehr oder weniger deutlich und stark, sie bilden mehr oder weniger grosse Kreise je nach der Menge des abgelagerten Fetts. Tritt noch stärkere Fettabsonderung ein, dann erscheinen auch weissliche Linien innerhalb der zuerst bezeichneten Kreise, das Zellgewebe auch der kleineren und kleinsten Bündelgruppen füllt sich mit Fett, die Schnittfläche erscheint wie mit einem feinmaschigen Netz überzogen, die rothe Farbe des Muskels nimmt ab, die weissliche zu, die Schnittfläche erscheint marmorirt. Diesen Zustand bezeichnet man mit dem Ausdruck Durchwachsensein, man spricht von durchwachsenem Fleisch. Je nach der relativen Menge von Fleischfasern, also den rothen Stellen, und Fett, den weisslichen Stellen, ist das Fleisch mehr oder weniger durchwachsen oder marmorirt“

Nach H. v. Nathusius[2]), dem grössten Kenner auf diesem Gebiete, hat die Erfahrung „unzweifelhaft festgestellt, dass Thiere, welche in ihrer Jugend nicht Gelegenheit und Stoff zu einigermassen reichlicher Fettbildung erhalten, deren Muskeln gewissermassen mit dem natürlichen Minimum von Fett fertig wurden — später nach vollendeter Ausbildung auch bei reichlichster Gelegenheit zur Fettbildung niemals durchwachsenes Fleisch in dem Maasse liefern wie im umgekehrten Falle. Die Fettbildung tritt dann in anderer Art auf“, sie erfolgt nämlich vorzugsweise einestheils in dem Unterhautzellgewebe, auf dem Rumpf unter der Haut, anderntheils an den Nieren und im Darmnetz und liefert im ersten Falle das mit den Fleischstücken verbunden bleibende Rückenfett, im zweiten den Talg. Da bei unseren Versuchen das Rückenfett nicht besonders, sondern

1) Vorträge über Viehzucht und Rassenkenntniss 2. Theil (nach dem Tode des Verfassers herausgeg. von W. v. Nathusius, Berlin 1880) S. 213.

2) a. a. O. S. 217.

Digitized by Google

zusammen mit dem den Muskeln eingelagerten Fett bestimmt ist, da ferner genauere Notizen über das Aussehen des Fleisches nicht aufgenommen sind, so müssen wir es für das Mal unentschieden sein lassen, wie es sich mit dem Durchwachsensein des Fleisches bei den verschiedenen Thieren verhalten hat. Stellt man das Fett im Fleisch mit Einschluss des Rückenfetts dem übrigen Fett gegenüber, so gelangt man (nach Tab. VI) zu folgender Uebersicht:

				Absolute Werthe: Gramm Fett im				Relative Werthe: Fett im Fleisch = 100 Fett im			
				Fleisch	Nierentalg	Netztalg	Talg im Ganzen	Fleisch	Nierentalg	Netztalg	Talg im Ganzen
Hammel	*A* I.	$2^3/_4$ J.	Nicht gem.	3614	412	1380	1792	100	11,4	38,2	49,6
„	*A* II.	3 „	Fett . .	10025	1758	3294	5052	„	17,5	32,9	50,4
„	*A* III.	$3^1/_3$ „	Sehr fett	11767	2876	4416	7292	„	24,4	37,5	61,9
Lamm	*B* I.	$6^1/_2$ Mon.	Mager .	688	—	430	430	100	—	62,5	62,5
Jährling	*B* II.	13 „	Fleischig	4482	516	2306	2822	„	11,5	51,5	63,0
„	*B**III.	$12^1/_2$ „	Fett . .	6948	1270	3918	5188	„	18,3	56,4	74,7
Hammel	*B**IV.	$17^1/_2$ „	Sehr fett	14218	3218	5464	8682	„	22,6	38,4	61,0
„	*B* V.	$21^1/_2$ „	Fleischig u. fett .	11634	2580	4187	6767	„	22,2	36,0	58,2
„	*B* VI.	$27^1/_2$ „	Sehr fett	16312	2472	9090	11562	„	15,2	55,7	70,9

Das mit dem Fleisch verbundene, demselben ein- und aufgelagerte Fett beträgt darnach in allen Fällen mehr als das dem Talg angehörige, von dem das Fett im Netztalg (losen Talg) stets den grössten Theil ausmacht. Durchgreifende Unterschiede zwischen den jungen und den älteren Thieren geben sich an den Verhältnisszahlen nicht zu erkennen. —

Wir sind also, was die Frage anlangt, ob und wie weit ausgesprochenes Mastfutter für den Fleischansatz der jungen Thiere mehr geleistet hat als kräftiges Zuwachsfutter, zu dem Resultate gelangt, dass wir mindestens gesagt einen wesentlich fördernden Einfluss des Mastfutters bezweifeln müssen.

Anders verhält es sich mit dem Fettansatz dieser Thiere. Derselbe beträgt nach Tab. VIII in der ersten (189 tägigen) Periode der Mastfutterabtheilung 56,2 g pro Tag und Stück, in der ersten (203 tägigen) Periode der Zuwachsfutterabtheilung dagegen kaum mehr als die

Digitized by Google

Hälfte davon, nämlich 28,74g; der Unterschied im Fettansatz ist also sehr erheblich und übertrifft den zugehörigen Unterschied im Fleischansatz: 15,58g frisches Fleisch mit 3,38g Trockensubstanz bei Mastfutter, 14,45g frisches Fleisch mit 3,06g Trockensubstanz bei Zuwachsfutter dergestalt, dass dieser gegen jenen fast verschwindet. Es geht ferner der Fettansatz in der zweiten, letzten Periode der Mastfutterabtheilung — mit der allerdings, in bekanntem Sinne vgl. S. 334, zu günstigen Verhältnisszahl 149 — auf 74,29g pro Tag und Stück in die Höhe, während er sich in den beiden ersten Perioden der Zuwachsfutterabtheilung nicht über 42,75g und in der 3. Periode (mit verstärktem Futter) nicht über 54,56g erheht, mithin stets hinter dem in der 1. Periode der Mastfutterabtheilung beobachteten von 56,2g zurückbleibt, trotz der zu günstigen Verhältnisszahlen 119 und 109 bei der 2. und 3. Periode der Zuwachsfutterabtheilung und der zu ungünstigen 97 bei der 1. Periode der Mastfutterabtheilung. Im Vergleich mit Zuwachsfutter ist also das Mastfutter auf die Fettproduction von ganz entschiedener Wirkung gewesen, man hat durch Verstärkung des Futters für die Fettproduction viel mehr erreicht als für die Fleischproduction.

Die Fettproduction der jungen Thiere unterscheidet sich auch noch darin von ihrer Fleischproduction, dass eine Verminderung des Fettansatzes mit vorschreitendem Alter innerhalb der Grenzen, in denen sich unsere Versuche bewegen, nicht zum Vorschein gekommen ist. Bei den älteren mit Mastfutter ernährten Thieren (*A*) dagegen ist der Fettansatz in der 2. Periode, 30,13g pro Tag und Stück, gegen den in der 1. Periode, 139,00g, so erheblich zurückgegangen, dass der allerdings ebenfalls erhebliche Unterschied der Verhältnisszahlen: 58 und 117 nichts dagegen verschlägt. Ueberall aber ohne Ausnahme, bei den jungen Thieren sowohl wie bei den älteren, fehlt es an einer gesetzmässigen Relation zwischen Fleisch- und Fettansatz: der Fettansatz steigt bald von einer Periode zur andern mit steigendem Fleischansatz, bald fällt er, und über die Beziehungen zwischen beiden lässt sich kaum etwas Anderes aussagen, als dass der Fettansatz immer ein nicht unansehnliches Vielfaches des Fleischansatzes ausmacht, bei den jungen Thieren in der

Digitized by Google

1. Periode der Mastfutterabtheilung das $\frac{56,20}{3,38} = 16,6$ fache

2. " " " " $\frac{74,29}{2,82} = 26,3$ "

1. Periode der Zuwachsfutterabtheilung das $\frac{28,74}{3,06} = 9,4$ fache

2. " " " " $\frac{42,75}{1,86} = 23,0$ "

3. " " " " $\frac{54,56}{2,15} = 25,4$ "

bei den älteren Thieren in der

1. Mastperiode das $\frac{139,00}{0,69} = 201,4$ fache

2. " " $\frac{30,13}{0,81} = 37,2$ "

des Ansatzes von Fleischtrockensubstanz. Auch bei den jungen Thieren ist also die Fettproduction der Fleischproduction weit voraus gewesen und hat, wie wir früher gesehen haben (vgl. S. 322), in den meisten Fällen eine Ueberladung des Fleisches mit Fett bewirkt.

Es wird eine unstreitig lohnende Aufgabe sein, ähnliche Versuche und Untersuchungen wie die hier beschriebenen — mit den als nothwendig oder wünschenswerth erkannten Verbesserungen und Vervollständigungen — auch bei Thieren einer ausgeprägt frühreifen Schafrasse durchzuführen. — —

Zum Schluss noch einige Bemerkungen über den Stickstoffansatz unserer Versuchsthiere und zur Frage über Fettbildung aus Kohlehydraten.

Directe Stickstoffbestimmungen liegen nur für das Fleisch der 4 Viertel von *A* I und *A* III und von *B* I bis *B* VI vor; sie fehlen für das Fleisch von *A* II und für sämmtliche übrigen Theile: Knochen, Sehnen, Binde- und Fettgewebe, Blut u. s. w. Was das Fleisch von *A* II anlangt, so kann dessen Gehalt an Stickstoff jedenfalls sehr annähernd aus dem des Fleisches von *A* I und *A* III abgeleitet werden. Der Stickstoffgehalt des erkalteten wasserhaltigen fettfreien Fleisches beträgt

Digitized by Google

bei *A* I	. . . .	3,32 %
„ *A* III	. . . .	3,41
durchschnittlich		3,36 %

Auf 11460g erkaltetes fettfreies Fleisch von *A* II sind darnach 11460 × 0,0336 = 385,1g Stickstoff zu rechnen. Bei den übrigen Theilen muss man sich mit weniger sicheren Schätzungen behelfen. Wir haben, auf Angaben von Lawes und Gilbert, von J. König u. A. gestützt[1]), für das Mal als procentischen Stickstoffgehalt von

Knochen der 4 Viertel	3,4
Sehnen, Bindegewebe und Fettmembranen . . .	2,5
Verblutungsblut	3,0
Haut mit Beinresten	4,4
Kopf mit Zunge	2,9
Brust- und Baucheingeweide	2,6
ungewaschener frischer Wolle	7,9

angenommen.

1) Knochen. Nach Bestimmungen von Lawes und Gilbert (Philos. Transact. II 1859 p. 583. 584. 586. 593) enthielten die frischen Knochen der 4 Viertel von einem

	Trockensubstanz	Stickstoff in der Trockensubstanz	demnach Stickstoff in frischen Knochen
fetten Lamm . . .	65,6 %	5,10 %	3,35 %
mageren (store) Schaf	65,8	5,09	3,35
fetten Schaf . . .	73,5	4,93	3,62
		Mittel	3,44 %

Sehnen, Bindegewebe, Fettmembranen. Nach den Zusammenstellungen von J. König (Chemie der menschlichen Nahrungsmittel I, 13) enthält fettfreies frisches Fettgewebe 15,6 % stickstoffhaltige Substanz; darin 16 % Stickstoff angenommen, ergibt sich 2,50 % Stickstoff für die frische Substanz.

Blut. Gehalt des Blutes an Trockensubstanz nach den Zusammenstellungen von J. König (a. a. O. S. 12) 19,39 %; darin nach den Ochsenblutanalysen von Playfair und Boeckmann (Liebig, Organ. Chemie in Anwendung auf Physiol. u. Pathol. 1. Aufl. S. 324) 15,07 % Stickstoff, in frischem Blut demnach 19,39 × 0,1507 = 3,04 % Stickstoff.

Haut mit Beinen. Gehalt der frischen Haut excl. Füsse an Trockensubstanz nach den Bestimmungen von Lawes und Gilbert (a. a. O. S. 583. 584. 586) bei einem

fetten Lamm	. . . .	29,5 %
mageren Schaf	. . . .	29,4
fetten Schaf	. . . . .	24,7
	Mittel	27,9 %

Digitized by Google

Die während der betreffenden Versuchszeit nachgewachsene Wolle betrug bei

A II	. . .	995g
A III	. . .	3100
B II	. . .	2380
*B**III	. . .	2720
*B**IV	. . .	4210
B V	. . . .	6300
B VI	. . .	9210

Das Gewicht der übrigen Theile ist theilweise aus Tab. II, theilweise aus Tab. VI zu ersehen. Unter Zugrundelegung dieser Gewichte und der obigen Stickstoffprocentzahlen gelangt man für den absoluten

---

Darin 16 % Stickstoff angenommen, ergibt sich 4,46 % Stickstoff in der frischen Haut. Bei der Abrundung nach unten auf 4,4 % ist berücksichtigt, dass von der Haut in unserem Falle die unteren Beinknochen nicht abgetrennt waren und der Stickstoffgehalt der Knochen nach den obigen Angaben nur 3,4 % beträgt.

Kopf mit Zunge. Nach den Bestimmungen von Lawes und Gilbert (a. a. O. S. 583—587) kamen von dem Kopf auf

	Fleisch Unzen	Knochen Unzen
bei einem fetten Lamme	27,60	14,49
mageren Schaf	38,00	19,25
halbfetten alten Schaf . . .	42,44	24,36
fetten Schaf	42,20	19,80
extra fetten Schaf	58,00	38,50
zusammen	208,24	116,40

von 100 Gewichtstheilen demnach im Mittel 64,1 auf Fleisch und 35,9 auf Knochen. Legt man für das Fleisch den mittleren Stickstoffgehalt des gemahlenen fetthaltigen Fleisches (s. oben S. 301) von 2,6 % (vgl. Dr. Kern's Referate im Journ. f. Landwirthsch. 1878 S. 607 und 1880 S. 362) und für die Knochen den Stickstoffgehalt von 3,4 zu Grunde, so resultirt für den Kopf 2,88 % Stickstoff.

Brust- und Baucheingeweide. Bei den Untersuchungen von Lawes und Gilbert (a. a. O. S. 583—586) wurde als procentischer Gehalt der Magen und der Gedärme an Trockensubstanz gefunden:

	Magen	Gedärme
Fettes Lamm	20,3	20,1
Mageres Schaf	11,5	11,7
Halbfettes altes Schaf	17,0	17,7
Fettes Schaf	13,7	9,9
Mittel	15,6	14,85

Digitized by Google

Stickstoffgehalt der einzelnen Körpertheile und des Gesammtkörpers (mit Ausschluss des Magen- und Darminhalts) zu den in Tab. IX (s. folg. Seite) unter a) bis h) und unter l) verzeichneten Werthen, aus denen sich — nach den in der Tabelle gegebenen Andeutungen — in leicht verständlicher Weise die Werthe unter i), k), m) und n) für den ursprünglichen Stickstoffgehalt des Körpers u. s. w. ableiten. —

Die Einschätzung des procentischen Stickstoffgehalts beruht bei einzelnen Bestandtheilen auf so anfechtbaren Grundlagen, dass es schon deshalb unstatthaft erscheint, an die Zahlen der Tab. IX weitgehende Folgerungen zu knüpfen. Dazu kommt u. A., dass die Unterschiede im Gehalt der älteren Thiere an Knochen: 2530g bei *A* I, 2566g bei *A* II und 2902g bei *A* III, sowie an Eingeweiden: incl. Nieren 4894g bei *A* I, 5380g bei *A* II und 4290g bei *A* III, ohne Zweifel mit dem Ernährungszustande sehr wenig zu thun haben, der Hauptsache nach vielmehr schon von Anfang an vorhanden gewesen sind. Wir beschränken uns deshalb darauf, für die Tabelle in Anspruch zu nehmen, dass sie eine ungefähre Uebersicht über die Vertheilung des Stickstoffs auf die verschiedenen Körpertheile gibt und dass sie erkennen lässt, wie ein gewisser Stickstoffansatz des Körpers auch in anderer Form als in der von Wolle nicht ausgeschlossen ist, wenn das Fleisch im engeren Sinne des Worts keine Gewichtsvermehrung erfahren hat. Die Tabelle liefert ausserdem unter n) gewisse Daten, deren es bedarf, um unsere Versuche für die in neuerer Zeit vielfach erörterte Frage der Fettbildung oder Nichtfettbildung aus Kohlehydraten verwerthen zu können.

E. v. Wolff hat zuerst darauf aufmerksam gemacht[1]), dass die stickstoffhaltigen Nährstoffe und die verdaulichen Fettsubstanzen im Futter für die bei dem Hammel *A* II erzielte Fettproduction

---

Herz, Lunge, Milz, Niere und Leber des Schweins enthalten nach J. König (a. a. O. I, 10) im Mittel 17,1 stickstoffhaltige Substanz. Nimmt man für das Gesammteingeweide 16 % stickstoffhaltige Substanz mit 16 % Stickstoff an, so ergibt sich ein Stickstoffgehalt von 2,56 %.

Ungewaschene frische Wolle. Nach: Neue Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer (Göttingen 1870) S. 207 enthielten 9,5g solcher Wolle vom Leineschaf 0,75g Stickstoff, entsprechend 7,9 %.

1) Die Ernährung der landwirthschaftlichen Nutzthiere. Neue Beiträge (Berlin 1879) S. 270.

Digitized by Google

Tabelle IX.

		Hammel *A* I 2¾ Jahr. Fast fleischig	Hammel *A* II 3 Jahr. Fett	Hammel *A* III 3½ Jahr. Sehr fett	Lamm *B* I 6½ Mon. Mager	Jährling *B* II 13 Mon. Fleischig	Jährling *B'* III 12½ Mon. Fett	Hammel *B'* IV 17½ Mon. Sehr fett	Hammel *B* V 21½ Mon. Fleischig und fett	Hammel *B* VI 27½ Mon. Sehr fett
Dauer der Versuchsfütterung	Tage	—	70	203	—	203	189	336	462	637
a) Stickstoff im Fleisch der 4 Viertel	g	375,8	385,1	398,2	145,1	299,3	305,4	342,3	370,6	414,1
b) „ in den Knochen der 4 Viertel	„	86,0	87,2	98,7	53,5	76,6	91,5	85,3	105,3	107,0
c) „ in Sehnen, Bindegewebe und Fettmembranen der 4 Viertel und des losen Talgs	„	74,0	93,9	104,1	21,1	65,1	78,9	96,3	76,6	109,3
d) „ im Verblutungsblut	„	66,0	72,6	71,7	28,8	51,0	62,4	72,9	60,9	68,7
e) „ in Haut mit Beinen	„	189,2	198,0	215,2	80,1	161,0	172,5	230,6	215,6	198,0
f) „ in Kopf mit Zunge	„	47,8	49,9	52,8	25,5	46,1	46,4	45,2	49,3	59,4
g) „ in Brust- und Baucheingeweiden incl. Nieren	„	127,2	139,9	111,5	67,3	84,3	103,6	99,6	107,3	120,4
h) Stickstoff im Körper excl. Wolle (a bis g)	g	966,0	1026,6	1052,2	421,4	783,4	860,7	972,2	985,6	1076,9
i) Desgl. ursprünglich, nach d. Lebendgew. corrigirt[1])	„	966,0	955,4	950,7	421,4	554,0	570,5	511,4	563,4	535,0
k) Stickstoff im Körperansatz (h — i)	g	—	71,2	101,5	—	229,4	290,2	460,8	422,2	541,9
l) „ in der nachgewachsenen Wolle	„	—	78,6	244,9	—	188,0	214,9	332,6	497,7	727,6
m) Stickstoff im Körperansatz und in nachgewachsener Wolle (k + l)	„	—	149,8	346,4	—	417,4	505,1	793,4	919,9	1269,5
n) Stickstoff desgl. auf stickstoffhaltige Substanz mit 16 % Stickstoff (Eiweiss) berechnet	„	—	936	2165	—	2609	3157	4959	5749	7934

1) Nach demselben Verfahren, welches zur Berechnung des ursprünglichen Gehalts an Fett etc. für Tab. VII gedient hat. Vgl. S. 325 ff.

Digitized by Google

nicht aufkommen, wenn man den durchschnittlichen Futterconsum der betreffenden Abtheilung der betreffenden Rechnung zu Grunde legt. Letztere gestaltet sich folgendermassen:

Durchschnittlich consumirt in der 70tägigen Periode vom 28. November 76 bis 5. Februar 77, an deren Schluss *A* II geschlachtet wurde, nach Tab. I (wobei die Bemerkung zu Hammel *A* II auf S. 306 zu berücksichtigen):

Fett 70 × 30 = ... 2100 g
Stickstoffhaltige Nährstoffe, als Eiweiss angenommen 10220
Von letzteren für Eiweissansatz, nach dem Stickstoffansatz berechnet, verbraucht (Tab. IX Col. n) 936
Rest für andere Verwendung . . . . 9284 g
9284 g Eiweissstoffe liefern das Bildungsmaterial für höchstens 9284 × 0,514 [1]) = ... 4772 g
Fett; dazu obige 2100
Fett in der Nahrung, sind als Bildungsmaterial für Körperfett disponibel in der Form von stickstoffhaltigen Nährstoffen und von Fett als solchem . . . . 6872 g
Die Fettproduction von *A* II betrug aber nach Tab. VII . . . 9730
mithin 9730 — 6872 = **2858** g oder (6872 : 2858 = 100:) **42** % mehr.

Nach dieser Rechnung sind also in dem vorliegenden Falle für eine nicht unbeträchtliche Menge von Körperfett die in Tab. I als „sonstige stickstofffreie Nährstoffe“ aufgeführten Bestandtheile des Futters oder mit anderen Worten, da dieselben im Wesentlichen aus Kohlehydraten bestehen, Kohlehydrate als Bildungsmaterial in Anspruch zu nehmen.

Führt man die Rechnung in gleicher Weise für die übrigen Fälle durch, so gelangt man zu den umstehenden Resultaten, wobei unter „Material excl. Kohlehydrate“ die durch Fettsubstanzen und Eiweissstoffe des Futters gedeckten, unter „Ansatz“ die von den Thieren angesetzten Fettmengen zu verstehen und in Klammern die für den Fettansatz in Betracht kommenden Thiere angegeben sind.

Darnach verhält es sich in allen diesen Fällen umgekehrt wie vorhin: die Fettproduction bleibt nämlich um (100 — 76 =) 24 bis (100 — 36 =) 64 % hinter derjenigen zurück, für welche die stickstoffhaltigen Nährstoffe und die Fettsubstanzen im Futter ausreichen, während sie dort um 42 % überwiegt. Der zuerst besprochene Fall

---

1) Vgl. u. A.: Neue Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer S. XLIV; Landw. Versuchsstationen Bd. 22 S. 393; C. v. Voit, Physiologie des allg. Stoffwechsels S. 250.

Digitized by Google

	Material excl. Kohlehydrate g	Ansatz g	Procent von M.	
Aeltere Thiere.				
Erste u. zweite Periode. 203 Tage .	18160	13738	76	(*A* III)
Zweite Periode. 133 Tage . . .	11288	4008	36	(*A* III—*A* II) [1]
Junge Thiere.				
Zuwachsfutter in der ersten und zweiten, Mastfutter in der dritten Periode.				
Erste Periode. 203 Tage	14970	5834	39	(*B* II)
Erste u. zweite Periode. 462 Tage .	36990	16906	46	(*B* V)
Zweite Periode. 259 Tage . . .	22020	11072	50	(*B* V—*B* II)
Erste, zweite u. dritte Periode. 637 T.	55100	26455	48	(*B* VI)
Dritte Periode. 175 Tage	18110	9549	53	(*B* VI—*B* V)
Mastfutter von Anfang an.				
Erste Periode. 189 Tage	19560	10622	54	(*B** III)
Erste u. zweite Periode. 336 Tage .	34810	21593	62	(*B** IV)
Zweite Periode. 147 Tage . . .	15250	10921	72	(*B** IV—*B** III)

steht also einzig da und zwar nicht bloss hier, sondern insofern überhaupt, als es bisher bei Wiederkäuern — allerdings nicht bei Schweinen — an Versuchen fehlt, welche zu einem ähnlichen Resultate geführt haben; bei allen bisherigen Versuchen mit Wiederkäuern genügten die Eiweissstoffe und das Fett des Futters zur Deckung des Fettansatzes am Körper oder der Fettausscheidung in der Form von Milch weitaus.

Unter diesen Umständen erscheint es dringend geboten, in Erwägung zu ziehen, ob nicht das in der ersten Periode der Mastfütterung älterer Hammel zum Vorschein gekommene Resultat: 2858 g Fettüberschuss, durch Beobachtungsfehler und Fehler anderer Art beträchtlich beeinflusst sein kann.

Bei der betreffenden Rechnung ist, wie schon Wolff a. a. O. hervorgehoben hat, unberücksichtigt geblieben, dass 1. auch in der nachgewachsenen Wolle sowie aller Wahrscheinlichkeit nach in den nicht untersuchten Schlachtabfällen Fett zum Ansatz gelangt und dass 2. der Stickstoff des vom Luzerneheu Verdaueten ganz und gar auf Eiweissstoffe bezogen ist, während ein muthmaasslich nicht unbeträchtlicher Theil davon auf Nicht-Eiweissstoffe (Amidverbindungen)

1) Fettansatz nach Tab. VII bei *A* III = 13738 g, bei *A* II = 9730 g; 13738 — 9730 = 4008.

Digitized by Google

hätte bezogen werden sollen[1]). Das Eine wie Andere hat offenbar zur Folge, dass unsere Rechnung für den Fettüberschuss einen — nach Wolff's Veranschlagung um mehr als 1000 g — zu niedrigen Werth ergeben hat. Nach derselben Richtung zielt der Fehler, den man dadurch begangen hat, dass der Ausnutzungscoëfficient der sog. Eiweissstoffe des Futters muthmaasslich in dem Verhältniss 75 : 69,4 zu hoch angenommen ist (s. oben S. 305)[2]). Die verdaueten Eiweissstoffe reduciren sich damit von 10220 auf 9457 g und liefern nur für 4380 statt für 4772 g Fett das Bildungsmaterial[3]). Es ist ferner zu bedenken, dass die Bildungsfähigkeit der Eiweissstoffe für Fett, man darf wohl sagen, so hoch als irgend möglich veranschlagt ist, wenn man 100 Gewth. Eiweissstoffe für 51,4 Fett ausreichen lässt. — Von dem Fettüberschuss würde aber andererseits ein Abzug gemacht werden müssen, wenn der Futterconsum des Hammels *A* II den durchschnittlichen überstiegen hätte. Darauf deutet mit ziemlicher Entschiedenheit hin, dass sein Mastfortschritt sich dem durchschnittlichen gegenüber nach Tab. VIII in dem Verhältniss von etwa 117 : 100 zu günstig gestaltet hat. Setzt man den Futterconsum in demselben Verhältniss höher an, so steigert sich die Menge der Fettsubstanzen im Futter von 2100 auf 2457, die der sog. Eiweissstoffe von 10220 auf 11957 und das in beiden zur Verfügung stehende Fettbildungsmaterial von 6872 auf 8122 g. Letzteres beträgt auch unter dieser Annahme noch erheblich weniger als der Fettansatz (9730 g) und würde zur Deckung desselben erst dann ausreichen, wenn der Futterconsum den durchschnittlichen in dem Verhältniss 139 : 100 überstiegen hätte. Mehr oder weniger Nebensächliches bei Seite gelassen, sei zuletzt darauf hingewiesen, dass der Fettüberschuss eine Verminderung erfahren müsste, wenn der ursprüngliche Fettgehalt des Hammels *A* II den des Hammels *A* I, aus welchem er abgeleitet ist, überstiegen hätte. Es spricht indess nichts dafür, dass dies in ausschlaggebendem Maasse der Fall gewesen.

---

1) Vgl. oben S. 304.

2) Von Wolff nicht berücksichtigt, auch das weiter Folgende nicht.

3) $\frac{10220}{0,75} = 13627$; $13627 \times 0,694 = 9457$; $(9457 - 936)\,0,514 = 4380$.

Digitized by Google

Nach vorstehenden Ausführungen muss man es als in hohem Grade wahrscheinlich bezeichnen, dass der Fettüberschuss bei dem in Rede stehenden Versuche sich selbst dann nicht auf Null reducirt, wenn man davon die äusserst zulässigen Abzüge macht, dass also in der That hier eine Bildung von Fett direct aus Kohlehydraten stattgefunden hat. Es dürfte indess wohl zu weit gegangen sein, wenn Wolff sich dahin äussert[1], es sei in diesem Falle eine so rasche und reichliche Ablagerung von Fett im Körper mit Bestimmtheit nachgewiesen, „dass die Bildung der betreffenden Fettmasse ‚unmöglich' ohne Zuhilfenahme von Kohlehydraten des Futters sich erklären lässt".

1) Landw. Fütterungslehre 3. Aufl. (Berlin 1881) S. 48.

Digitized by Google

Einige Bedingungen der Pepsinwirkung quantitativ studirt.

Von

Adolf Mayer.

Mit einer grösseren Arbeit über die Wirkungsweise chemischer Fermente beschäftigt, stehen mir bei dem Zusammenstellen der Resultate einige experimentelle Zahlenreihen über die Wirkungsweise des Pepsins zu Gebote. Da dieselben, soweit mir darüber ein Urtheil zusteht, einiges Neue enthalten, so mögen dieselben vorerst in einer physiologischen Zeitschrift mitgetheilt werden.

Bei der Ausführung der Versuche ist mir Herr W. Heubach, Assistent an der holländischen landwirthschaftlichen Versuchsstation, sehr behilflich gewesen.

Ueber die „Tödtungstemperatur“ des Pepsins.

Pepsinlösung wurde auf die folgende Weise bereitet. Die Schleimhaut vom Magen eines frisch geschlachteten Schweines wurde mit concentrirtem Glycerin übergossen und so einige Wochen lang bei gewöhnlicher Zimmertemperatur sich selber überlassen. Dann wurde filtrirt, das klare Filtrat, das mühsam durchs Filter ging, mit starkem Alkohol versetzt und die Ausscheidung abfiltrirt, mit Alkohol gewaschen und über Schwefelsäure getrocknet. Dieses Präparat wurde zu all' den folgenden Versuchen verwendet.

Als Verdauungsobject dienten Eiweissstückchen, die, um möglichst vollständige Gleichmässigkeit zu erzielen, auf die folgende Weise bereitet worden waren. Frisches Hühnereiweiss wurde zur Entfernung der Häute und bis zu einer gleichmässigen Lösung gerührt. Dann wurde die Lösung in eine capillare Glasröhre, die von innen gefettet worden war, gefüllt und durch Eintauchen in heisses Wasser die Eiweisslösung zum Coaguliren gebracht. Das

Digitized by Google

erstarrte Eiweiss konnte dann aus der Röhre in der Form sehr dünner Cylinder gezogen werden, und diese Massen wurden über Schwefelsäure getrocknet, darnach ungefähr im Aussehen an Suppennudeln erinnernd. Wurden nun von diesen Eiweissfäden gleich lange Stücke abgeschnitten und zu den vergleichenden Verdauungsversuchen benutzt, so konnte man sicher sein, unter thunlichst gleichen Bedingungen zu arbeiten.

Versuchsreihe Nr. 1.

Eine kleine Menge Pepsin wurde in Wasser, dem auf das Liter 6 ccm reiner rauchender Salzsäure zugesezt worden war, aufgelöst. Die Auflösung des nach der beschriebenen Weise dargestellten Pepsins wird erst durch die Anwesenheit von Salzsäure ermöglicht. Dann wurde die erhaltene Pepsinlösung zu je 2,5 ccm auf eine grössere Anzahl von Reagircylinderchen vertheilt und in jedes ein Stückchen Eiweiss, welches nach der Berechnung 8 mg wiegen musste, eingelegt. Alle Reagircylinderchen wurden in ein Wasserbad, das langsam etwa in 3 Minuten um 1° C. erwärmt wurde, eingesenkt und bei den folgenden Temperaturen je eines der Gläser herausgenommen und abgekühlt: 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75°. Später wurden alle Gläser gleichmässig auf 37° gebracht und die Zeit bis zur völligen Verdauung, Schmelzen des immer dünner und durchsichtiger werdenden Fadens, beobachtet.

Am andern Tage waren in den vier ersten Reagircylindern, in denen eine Erhitzung bis auf 55° stattgefunden hatte, die Eiweissstückchen verdaut. Nur in dem Glase, zuvor bis auf 50° erhitzt, war ein kleiner Rest unverdauten Eiweisses übrig geblieben. In allen Gläsern, die auf 60° und höher erhitzt waren, war die Verdauung höchst unvollständig geblieben.

Nach diesem Versuche zu urtheilen, würde die gesuchte Tödtungstemperatur zwischen 55 und 60° zu setzen sein. Die theilweise Verdauung selbst bei höheren Temperaturen ist dem langsamen Anwärmen bei der ersten Erwärmung zuzuschreiben.

Versuchsreihe Nr. 2.

Wiederholung der Versuchsreihe 1, nur dass, um die Wirkung der vorausgehenden Erhitzung schärfer zu machen, die Eiweiss-

Digitized by Google

stückchen, diesmal im Gewicht von 9^{mg}, erst nach der Abkühlung zugesetzt wurden.

Um 2 Uhr 45 Min. wurde mit der Verdauung bei 38° C. begonnen. Des Nachts stieg die Verdauungstemperatur auf 42°, nachdem sie zuvor auf 35° gefallen war.

Morgens 8 Uhr waren die Eiweissstückchen in den ersten vier Cylinderchen vollständig verdaut. In den von 60° ab waren die Eiweissstückchen nur etwas gefasert und keine Peptonreaction mit Kupfer und Alkali nachzuweisen.

Die Tödtungstemperatur des Pepsins in angesäuerter Lösung liegt also zwischen 55 und 60° C.

Einfluss der Menge des Pepsins auf die Raschheit der Verdauung.

Versuchsreihe Nr. 3.

0,1^{g} Pepsin wurde mit Wasser und zwei Tropfen Salzsäure auf 10^{ccm} gebracht. 2^{ccm} dieser Lösung wurden mit Wasser und $^1/_2$^{ccm} auf $^1/_{33}$ verdünnter rauchender Salzsäure auf 2$^1/_2$^{ccm} gebracht. 1^{ccm} derselben Lösung wurde in der gleichen Weise behandelt, ebenso $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$^{ccm} der ursprünglichen Pepsinlösung. Diese Lösungen hatten mithin alle denselben Gehalt an Salzsäure und unterschieden sich durch nichts als durch verschiedene Mengen von Pepsin, deren Mengen sich wie 1 : 2 : 4 : 8 : 16 verhielten. Dann wurde zu je 2$^1/_2$^{ccm} der so verschieden verdünnten Pepsinlösung wieder so ein kleines Stückchen Eiweiss gegeben und die Verdauungszeiten beobachtet. Die Verdauungszeiten waren, eine Periode, wo die Flüssigkeiten in der Kälte gestanden hatten, abgerechnet:

0,02^{g} Pepsin	5 St. 20 Min.
0,01 „	6 „ 20 „
0,005 „	7 „ 30 „
0,002 „	12 „ 35 „
0,001 „	15 „ 05 „

Dass die Zeit, die zur Verdauung nöthig, in einem umgekehrten Verhältnisse steht zur Menge des verwendeten Pepsins, ist aus dieser Versuchsreihe deutlich zu ersehen. Um eine genaue umgekehrte Proportionalität, wie sie bei der Wirkung des Labfermentes[1]) mit

1) Vgl. über diesen Gegenstand meine Abhandlung: Milchzeitung 1881 Januar.

Digitized by Google

so grosser Deutlichkeit und auch beim Invertin[1]) noch unvermischt genug wahrzunehmen ist, kann hier nicht die Rede sein, weil es sich um das Löslichmachen eines festen Körpers handelt und hierfür nur beschränkte Angriffspunkte zu Gebote stehen, so dass eine Ueberzahl der Angreifenden nicht zur wirksamen Thätigkeit gelangen kann.

Optimum der Temperatur für die Pepsinwirkung.

Versuchsreihe Nr. 4.

Verdauungsproben, bestehend aus 0,012^g Pepsin mit Wasser, das mit 1½% rauchender Salzsäure versetzt war, auf 2½^{ccm} gebracht und darin die kleinen Eiweissstückchen von beschriebener und allezeit gleicher Grösse eingelegt, wurden bei der in der folgenden kleinen Tabelle aufgezeichneten Temperatur in Wirkung gesetzt. Die Dauer bis zur völligen Verdauung wurde constatirt und findet sich gleichfalls hier unten aufgezeichnet.

Verdauungs-temperatur	Zeit bis zur völligen Verdauung
20°	in 19 Stunden noch nicht verdaut
24	
28	
32	
36	. . . 15 St. 09 Min.
40	. . . 18 „ 19 „

Ueber Nacht waren die Verdauungsflüssigkeiten kalt gestellt, und diese Stunden sind nicht mitgezählt. Nach dieser Versuchsreihe, in welcher übrigens die zugesetzte Menge von Salzsäure eine für die Verdauung ungünstig grosse war, wäre etwa 36° die günstigste Temperatur für die Pepsinwirkung.

Versuchsreihe Nr. 5

wurde mit einer passenderen Menge (0,5% rauchender) Salzsäure und bei etwas höheren Temperaturen, sonst aber ganz wie die vorige Reihe unternommen. Die Verdauungsflüssigkeit betrug in jedem Falle 2^{ccm}. Der Versuch gab folgende abweichende Resultate:

1) Noch nicht veröffentlichte Versuche des Verfassers.

Digitized by Google

Temperatur	Dauer bis zur völligen Verdauung
35°	7 St. 50 Min.
40	6 „ 10 „
45	4 „ 45 „
50	3 „ 40 „
55	3 „ — „

Hiernach sind, wenigstens bis 55° (wenige Grade darüber erlischt die Fermentkraft des Pepsins), die Wirkungen desselben mit der Temperatur ansteigende. Diese Resultate sind für uns maassgebend, und wir können es einstweilen dahingestellt sein lassen, ob bei dem schwachen Salzsäuregehalte das Optimum sich so weit nach unten verschiebt[1]).

Wird das Fermentvermögen von Pepsinlösungen durch Bacterienentwickelung geschädigt?

Aus Versuchen mit anderen Fermenten (Invertin, Labferment[2]) war mir bekannt, dass die Entwickelung von niedrigen Organismen in Fermentlösungen die Leistungsfähigkeit der chemischen Fermente nicht zu beeinträchtigen pflegt. Auch mit dem Pepsin wurde ein analoger Versuch unternommen.

Versuchsreihe Nr. 6.

Am 5. Januar wurde eine Portion Pepsinlösung von geprüftem Verdauungsvermögen kalt gestellt. Eine andere Portion derselben Lösung wurde mit sehr wenig Käse versetzt und bei warmer Zimmertemperatur sich selber überlassen. Nach 17 Tagen, nachdem diese zweite Portion längst von niedrigen Organismen wimmelte, wurde dieselbe filtrirt und zwei Tage später sowohl mit dieser Lösung als mit der unveränderten in der mehrfach beschriebenen Weise ein Verdauungsversuch angestellt. Verdauungstemperatur 50°. Das Resultat war:

	Verdauungszeit
Unveränderte Pepsinlösung	4 St. 15 Min.
Gefaulte „	4 „ 35 „

1) Dass Optimaltemperaturen von Fermentprocessen von Umständen (begleitenden Beimischungen) abhängig sind, habe ich jüngst am Invertirungsprocesse gezeigt (vgl. Ztschr. f. Spiritusindustrie 1881 Nr. 20).

2) a. a. O.

Digitized by Google

Die beobachtete Verzögerung ist so unbedeutend, dass sie ohne Bedenken einem Versuchsfehler, vermuthlich durch die Anwesenheit von aus dem Käse gebildeten Verdauungsproducten, zugeschrieben werden kann.

Es scheint mithin eine allgemeine Regel zu sein, dass chemische Fermente nicht durch niedrige Organismen alterirt werden, was sehr begreiflich ist, wenn wir bedenken, dass gerade diese Organismen hervorragende Erzeuger dieser Klasse von Stoffen sind. Dagegen ist diese Erfahrung wohl dazu geeignet, einen weiteren Beweis dafür abzugeben, dass das wirklich wirksame Princip in den chemischen Fermenten nicht in die Gruppe der (durch Fäulniss leicht alterirbaren) Eiweissstoffe gehört.

Optimum des Salzsäurezusatzes.

Das Pepsin ist eines der Fermente, das seine Wirkung nur vollzieht in Gemeinschaft mit Säure, gewöhnlich Salzsäure. Auch das Optimum eines Zusatzes von Säure schien einer Untersuchung werth, obschon über diesen Punkt schon mehrere Angaben in der Literatur existiren[1]).

Die betreffenden Versuche wurden in der Weise ausgeführt, dass 0,1^{g} Pepsin in 6^{ccm} einer Flüssigkeit, welche auf 1 Liter Wasser 2^{ccm} rauchender Salzsäure enthielt, gelöst wurde. Als die Lösung in einer so verdünnten Salzsäure unvollständig erfolgte, wurde noch ein Tropfen rauchender Salzsäure zugefügt. Mit Hilfe dieser Lösung wurden die folgenden theils salzsäureärmeren, theils -reicheren Lösungen auf die in der Tabelle angedeutete Weise bereitet. Die Lösung wurde filtrirt.

1. 1^{ccm} der Lösung + 1^{ccm} Wasser	enthielt HCl	± 0,24 %
2. 1^{ccm} „ „ + 1^{ccm} verdünnter Salzsäure von 2 ‰ rauchender „	„ „	± 0,29 %
3. 1^{ccm} „ „ + 1^{ccm} verdünnter Salzsäure von 6 ‰ rauchender „	„ „	± 0,38 %
4. 1^{ccm} „ „ + 1^{ccm} verdünnter Salzsäure von 14 ‰ rauchender „	„ „	± 0,56 %
5. 1^{ccm} „ „ + 1^{ccm} verdünnter Salzsäure von 30 ‰ rauchender „	„ „	± 0,92 %

1) Vgl. Hoppe-Seyler, Physiologische Chemie Bd. 2 S. 230.

Digitized by Google

Mit den so erzielten gleich concentrirten Pepsinlösungen, welche sich lediglich durch den verschiedenen Salzsäuregehalt (von 0,2 bis 0,8 % HCl) unterschieden, wurden nun Versuche angestellt.

Versuchsreihe Nr. 7.

Je 2 ccm der an Salzsäure verschieden reichen Pepsinlösungen wurden mit gleichwerthigen Eiweissstückchen in der früher beschriebenen Weise beschickt und die Proberöhrchen alle in ein gemeinschaftliches Wasserbad, dessen Temperatur nahe bei 50° erhalten wurde, eingesetzt. Die Röhrchen wurden alle regelmässig beobachtet und die Zeiten nach Abschluss der Verdauung notirt.

Die Resultate dieser Versuchsreihe waren:

Nr. des Versuchs	Gehalt der Verdauungsflüssigkeit an HCl	Zeit bis zur vollendeten Verdauung
1	0,24 %	2 St. 55 Min.
2	0,29	8 „ — „
3	0,38	8 „ — „
4	0,56	8 „ — „
5	0,92	16 „ (nicht völlig verdaut)

Hiernach würde diejenige Menge von Salzsäure die zweckmässigste sein, die eben genügt, um sogleich in der Kälte mit dem durch Alkohol niedergeschlagenen Pepsin eine klare Lösung herzustellen, d. i. die Anwesenheit von etwa 2 ‰ wasserfreier Salzsäure in der Verdauungsflüssigkeit. Nach Brücke ist diese Zahl auch gleich 1 3/4 gefunden worden.

Versuchsreihe Nr. 8.

Andere Versuche waren dazu bestimmt, die untere Grenze des optimalen Salzsäurezusatzes festzustellen. Es wurden dreimal 2 cg Pepsin abgewogen und zu jeder Portion 2 ccm der verschieden verdünnten Salzsäuren hinzugegeben. Die erste dieser verdünnten Säuren war so hergestellt, dass 5 ccm rauchender Salzsäure mit Wasser auf 1 Liter verdünnt wurden; bei der zweiten waren nur 2, bei der dritten nur 1 ccm rauchender Salzsäure verwendet worden. Ueber Nacht blieben die Portionen Pepsin mit der verdünnten Salzsäure

Digitized by Google

stehen. Die concentrirteste Salzsäure hatte nach dieser Zeit eine ziemlich vollkommene Lösung gebildet, bei den beiden andern war dies nur unvollständig geglückt.

Am andern Morgen wurden dann wie gewöhnlich kleine Eiweissstückchen hinzugegeben, die Mischungen in einem gemeinschaftlichen Wasserbade auf nahe 50° erhitzt und so lange Zeit sich selber überlassen. Hierbei klärten sich auch die Lösungen mit der verdünnteren Salzsäure so merklich auf, dass ein später constatirter Unterschied in der Verdauungsenergie jedenfalls nicht auf die Verschiedenheit im Gehalt an gelöstem Fermente zu setzen ist.

Das Resultat dieser Versuchsreihe war:

Nr. des Versuchs	Gehalt der Verdauungsflüssigkeit an HCl	Zeit bis zur völligen Verdauung
1	0,23 %	5 St. 15 Min.
2	0,09	12 „ 25 „ (bleibt ein kleiner Rest)
3	0,05	nach $15^1/_2$ Stunden kaum verändert

Aus dieser Reihe geht hervor, dass 2 ‰ Salzsäure auch nach der anderen Seite hin wirklich ungefähr das Optimum bezeichnen. Ich verzichte auf eine genauere Bestimmung desselben, constatire nur die Uebereinstimmung des Befunds mit anderen Angaben und mache insbesondere darauf aufmerksam, dass Lösungen, die wegen zu wenig Salzsäure nicht verdauend wirken, doch sehr stark sauer reagiren können, wie dies z. B. bei Versuch 3 in der 8. Versuchsreihe der Fall war. Ferner ist wohl beachtenswerth, dass es anlangend den Salzsäurezusatz viel genauer auf einen bestimmten Gehalt ankommt als in Bezug auf den Pepsingehalt. Dieser kann, wie in Versuchsreihe 3 gezeigt worden ist, um das Doppelte variiren, ohne dass der Verdauungsvorgang im gleichen Maasse alterirt wird. Bei der Salzsäure kann die Vermehrung oder Verminderung im Verhältnisse wie 2 : 1 den Effect in einem viel grösseren Verhältnisse umändern (vgl. Versuch 1 und 3 der 7. Versuchsreihe oder Versuch 2 und 3 der 8. Versuchsreihe).

Salzsäure spielt darum eine ganz andere Rolle bei der Verdauung als Pepsin, ich möchte sagen, mehr die einer unerlässlichen

Digitized by Google

Verdauungsbedingung denn einer Ursache der Verdauung. Denn zwischen Ursache und Wirkung sind wir gewohnt nicht bloss den gewöhnlichen qualitativen Causalnexus des Nacheinander oder Miteinander zu sehen, sondern auch eine Uebereinstimmung dem Grade nach, so dass wir z. B. beim sog. Assimilationsprocesse eine gewisse Temperatur und Anwesenheit von Kohlensäure Assimilationsbedingungen, das Licht aber die Assimilationsursache nennen können. In diesem Sinne sind die Fermente Ursachen der Fermenterscheinungen. Im Allgemeinen, und sind die übrigen Bedingungen erfüllt, findet Proportionalität statt zwischen Menge von Ferment und Umfang des Fermentprocesses (vgl. die Resultate für die Milchgerinnung und für die Zuckerinvertirung a. a. O.). Bei der Verdauung ist das Verhältniss abgeschwächt durch die beschränkte Anzahl von Angriffspunkten bei einem ungelösten Stoffe. Das umgekehrte Verhältniss oder gar eine Beeinträchtigung des Processes durch Vermehrung der wirkenden Substanz, wie eben bei der Salzsäure constatirt, hat mit einer derartigen Wirkung keinerlei Uebereinstimmung.

Wir sprechen daher besser nicht von einer vereinigten Wirkung des Pepsins und der Salzsäure, sondern von der Wirkung von Pepsin auf Eiweissstoffe, die einer Flüssigkeit von ungefähr 2‰ Salzsäure suspendirt sind.

Ueber die Stellvertretung der Salzsäure durch andere Säuren bei dem Verdauungsprocesse.

Versuchsreihe Nr. 9.

Die folgenden Säuren wurden einer vergleichenden Prüfung unterworfen:

1. Essigsäure,
2. Ameisensäure[1]),
3. Buttersäure,
4. Oxalsäure,
5. Bernsteinsäure,
6. Schwefelsäure,
7. Milchsäure,
8. Salicylsäure,
9. Salpetersäure,
10. Weinsäure.

Also Säuren von sehr verschiedener Art und Wirkungsweise.

1) Gorup-Besanez muss dieser Säure nach einem Citat Baranetzky's eine besondere Bedeutung für peptonisirende Wirkung pflanzlicher Fermente zugeschrieben haben.

Digitized by Google

Sämmtliche Säuren wurden in einem so verdünnten Grade verwendet, dass sie mit derjenigen Salzsäure, welche eine optimale Wirkung gezeigt hat, titermässig gleichgestellt würden. Bei der Salicylsäure, die in kaltem Wasser so sehr wenig löslich ist, war hierzu Verwendung von Wärme nöthig; in der Kälte erfolgte dann wieder eine Ausscheidung. Die Säuren waren also alle im Aequivalentverhältniss anwesend, und alle enthielten 63 Hundertstel von dem Gehalte einer $^{1}/_{10}$ normalen Säure oder 63 Tausendstel ihres Aequivalentgewichts in Grammen im Liter.

In 2 ccm dieser Säuren wurden je 2 cg Pepsin aufgelöst, was indessen bei der Bernstein- und Salicylsäurelösung selbst nach 36 Stunden sehr unvollständig erfolgte, dann wieder kleine Eiweissstückchen in der früher beschriebenen Weise eingeführt und tagelang in einem Wasserbade auf ziemlich genau 50° erhalten.

Das Resultat dieser Versuchsreihe war:

Art der Säure	Verdauung
Salzsäure (Versuchsreihe 7, 8)	3—5 Stunden
Salpetersäure	5 „
Oxalsäure	13 „
Schwefelsäure	19 „

Nach 24 Stunden Verdauungswirkung wurde der Versuch abgebrochen, und alsdann zeigten Milchsäure und Weinsäure starke Einwirkung, so dass die Auflösung als bis zur grösseren Hälfte fortgeschritten erachtet werden konnte. Ameisensäure, Bernsteinsäure, Essigsäure zeigten eine geringere, aber doch bemerkbare Wirkung. Buttersäure und Salicylsäure waren ohne Einwirkung geblieben. Noch muss beigefügt werden, dass das verwendete Pepsin frei war von Chloriden, woraus Salzsäure sich hätte bilden können. Die Säuren haben also ziemlich nach Maassgabe ihrer Stärke gewirkt, die organischen Säuren schwächer als die Mineralsäuren und unter jenen die reinen Säuren stärker als die Alkoholsäuren, diese stärker als die Kohlenwasserstoffsäuren.

Digitized by Google

Das Maass der Schallstärke.

Von

Karl Vierordt.

Seit einer Reihe von Jahren mit der Auffindung und Weiterbildung von Vorrichtungen beschäftigt, welche die Stärke jedwedes gegebenen Schalles und Tones, sowie die Schallleitungsfähigkeit der Körper jeden Aggregatzustandes zu messen gestatten, hatte ich zunächst die Vorfrage auf dem bisher nicht betretenen experimentellen Weg zu erledigen, wie die Schallstärke aus bekannten und leicht abzuändernden Versuchsbedingungen berechnet werden muss. Zu diesem Zweck können ausschliesslich nur Kugeln benützt werden, die man durch einen beliebigen Raum auf schwingungsfähige Platten fallen lässt; bei fast allen übrigen Schall- und Tonerzeugungsweisen lassen sich die Momente, welche die Schallstärke bestimmen, nicht, oder doch nicht mit der wünschenswerthen Genauigkeit messen.

Meine Versuche (s. Ztschr. f. Biologie 1878 Bd. 14 S. 300) führten zu dem mir höchst unerwarteten Ergebniss: dass das akustische Maass der Schallstärke nicht durch das Geschwindigkeitsquadrat, sondern durch die einfache Geschwindigkeit gegeben ist, welche das Fallgewicht im Augenblick seines Aufschlagens auf die schwingungsfähige Platte hat. Die Schallstärke ist somit nicht $= p \cdot 2gh$ (Formel I), wie die physikalische Theorie bisher annehmen musste, sondern $= p\sqrt{2gh}$ (Formel II), wobei $p =$ Gewicht der Fallkugel, $g =$ Beschleunigung (9810^{mm}) und $h =$ Fallhöhe.

Der Beweis für meinen Ausspruch wurde, abgesehen von andern Versuchsformen, dadurch hergestellt, dass ein Fallkügelchen von 56^{mg} Gewicht der Reihe nach durch 6 verschiedene Höhen auf eine Zinntafel fiel, während bei einem zweiten Kügelchen von $36{,}5^{mg}$

Digitized by Google

Gewicht der Fallraum so lange abgeändert wurde, bis die Stärke des entsprechenden Schalles dem des ersten Kügelchens gleich war. In jedem Versuchspaar stimmten die nach Formel II berechneten Schallstärken sehr viel besser mit einander überein, als diejenigen, welchen die von der Theorie verlangte Formel I zu Grunde lag.

Dabei war mir allerdings nicht entgangen, dass die nach Formel II berechneten Schallstärken des leichteren Fallkügelchens ohne Ausnahme etwas niederer als die schwereren sind; während sie den letzteren gleich sein, oder nur unregelmässig nach beiden Seiten um die Gleichheit schwanken sollten.

Fechner, welcher bisher (u. A. in seiner Psychophysik) nach Formel I rechnete, schrieb mir: „Aus Ihrer Versuchstabelle (S. 303) leuchtet ohne Weiteres ein, dass, wenn man nur die Wahl zwischen Formel I und II als Maass der Schallstärke hat, die letztere entschieden vorzuziehen ist. Aber hat man wirklich bloss diese Wahl? Theoretisch lässt sich für den Ersatz des h durch $\sqrt{h}$, soviel ich sehe, nichts geltend machen, und empirisch bleibt bedenklich, dass, wie Sie selbst bemerken, die berechneten Schallstärken des leichteren Kügelchens ohne Ausnahme etwas niederer sind als die des schwereren.“ [1])

Ganz neuerdings ist A. Oberbeck (Wiedemann's Annalen der Physik 1881 Bd. 13 S. 222) zu im Wesentlichen denselben Ergebnissen gelangt wie ich. Die Uebereinstimmung erscheint um so bemerkenswerther, als meine Versuchsmethode, als physiologische, auf dem Empfindungsinhalt beruht, während die Oberbeck'sche Methode als das erste, mindestens theilweis gelungene, Beispiel einer schon so lange vergeblich gesuchten objectiven (physikalischen) Schallstärkemessung dasteht [2]).

1) Wir werden von den berühmten Psychophysiker wahrscheinlich in nächster Zeit eine Arbeit über diese Frage erhalten, so dass ich mich nicht für befugt halte, auf Andeutungen, die mir derselbe in dem erwähnten Schreiben gemacht hat, hier einzugehen.

2) Auf diese sinnreiche Methode, die unter Anwendung des Mikrophons auf der Erregung messbarer elektrischer Ströme durch Schallschwingungen beruht, kann hier in Kürze nicht eingegangen werden. Vorerst lassen sich freilich nur Schalle und Töne bestimmter Beschaffenheit in Bezug auf ihre Intensität mittels der Oberbeck'schen Phonometrie mit einander vergleichen.



Auch Oberbeck kommt zu dem Ergebniss, „dass die Schallintensität nicht proportional der aufgewandten Energie wächst“ — dass sie viel langsamer wächst als die Fallhöhe und eher proportional der Quadratwurzel aus der Fallhöhe sich verhalte. Er folgert aus seinen Versuchen ausserdem: „Die Intensitäten sind den Fallgewichten innerhalb gewisser Grenzen proportional. Bei grossen Gewichten wachsen dieselben etwas langsamer.“

Sind die Gewichte gleich, die Fallhöhen h und h' verschieden, die Intensitäten J und J', so hat man annähernd

$$\frac{J}{J'} = \left(\frac{h}{h'}\right)^{0,5}.$$

Aus seinen Versuchen berechnete Oberbeck den genauern Werth des Exponenten ε und fand

für Bleikugeln $\varepsilon = 0,629$
„ „ $\varepsilon = 0,638$
„ Steinkugeln $\varepsilon = 0,656$.

Aus meinen Versuchen findet er, wenn p und p' die Gewichte der Fallkügelchen bedeuten, nach der Formel

$$\frac{p'}{p} = \frac{h}{h'}$$

für ε den Werth 0,622.

„Mag auch“, so bemerkt Oberbeck, „die Uebereinstimmung mehr eine zufällige sein, so ist doch nunmehr durch subjective und objective Versuche bewiesen, dass die Schallintensität etwas schneller wächst als die Quadratwurzel der Höhe ($\varepsilon = 0,5$) und jedenfalls viel langsamer als die Fallhöhe selbst.“

Wiederholte Versuche sind nach diesen, sich gegenseitig ergänzenden, Erfahrungen sehr wünschenswerth, wobei namentlich auch für möglichst grosse Abänderung der Versuchsbedingungen zu sorgen wäre. Ich zog es deshalb vor, statt wie früher auf der Gleichmachung zweier Schallstärken, auf der Herstellung der Empfindungsschwelle zu fussen. Ich unternahm diese Versuche mit um so grösserem Vertrauen, als C. Nörr in einer umfassenden, im hiesigen physiologischen Institut durchgeführten experimentellen Arbeit (s. Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 297) die im Bereich der gesammten Sinnesphysiologie einzig dastehende Thatsache nachgewiesen hat,

Digitized by Google

dass unser Unterscheidungsvermögen für Schallstärken selbst im Bereich sehr schwacher, den Schwellenwerthen nahestehender, Schalle keine Minderung erleidet, dass mit andern Worten das Fechner'sche Gesetz auf diesem Gebiet auch an der unteren Grenze der Reizstärke noch unbeschränkte Gültigkeit hat.

Als Fallgewichte dienten zwei Bleikügelchen von 4,35 und 1,58 ^{mg} Gewicht. Aufgabe war, diejenige Fallhöhe zu ermitteln, bei welcher das auf die Zinntafel[1]) fallende Kügelchen eine eben noch merkliche Hörempfindung erregte.

Auf die bei Schwellenversuchen im akustischen Gebiet erforderlichen Kautelen, sowie auf die speciellen Versuchsbedingungen kann ich hier in Kürze nicht eingehen; es sei bloss bemerkt, dass die Empfindlichkeit des Sinnes innerhalb derselben Versuchsstunde, oder an verschiedenen Versuchstagen, selbstverständlich nicht gleich bleibt; doch sind die Schwankungen geringer, als man von vorn herein erwarten möchte, sie betragen bloss etwa das 2 — 3fache, selbst in langen Zeiträumen. Ich darf nicht vergessen hervorzuheben, dass die Schwankungen der Empfindungsschwelle für unsere Frage völlig gleichgültig sind, indem es bloss darauf ankommt, dass bei je zwei, schnell auf einander folgenden, Versuchen (mit zwei verschiedenen Gewichten) der Schwellenwerth sich nicht wesentlich verändert.

Während ich bei den früheren Versuchen den Ton der Zinnplatte aus der Luft hörte, wurde derselbe in der neuen Versuchsreihe durch einen 20 ^{cm} langen soliden Conductor von Eichenholz gehört, dessen unteres Ende auf die Zinnplatte gesetzt wurde, während das Ohr an das obere Ende angedrückt war.

Die Versuche vertheilen sich auf 7 (in der nachfolgenden Tabelle) mit ihren Ordnungszahlen bezeichnete Tage. Rubrik h gibt die Fallhöhe in Millimetern für das leichtere, h' für das schwerere Fallkügelchen. $\frac{p'}{p}$ ist dem Gesagten zufolge constant $= 2{,}753$ (log 0,43981).

1) Es war dieselbe wie in meinen früheren Versuchen.

Digitized by Google

Tag	h	h'	$\frac{h}{h'}$	Tag	h	h'	$\frac{h}{h'}$	Tag	h	h'	$\frac{h}{h'}$
2	50	12	4,17	5	50	8,5	5,88	6	38	6	6,33
4	50	12	4,17	1	30	7	4,29	5	45	6,5	6,92
4	50	12	4,17	3	30	7	4,29	2	20	5	4,00
6	80	12	6,66	5	35	7	5,00	3	30	5	6,00
5	64	10	6,40	5	35	7	5,00	3	25	5	5,00
5	64	10	6,40	5	33	7	5,00	3	58	5	5,60
5	56	9	6,22	6	44	7	6,29	4	30	5	6,00
5	60	9,5	6,32	6	45	7	6,43	4	28	5	5,60
4	50	8	6,00	7	40	7	5,72	3	25	5,5	4,55
4	52	8	6,25	3	35	6	5,83	4	22	3,8	5,79
5	55	8	6,87								

Das Mittel von $\frac{h}{h'}$ sämmtlicher 31 Bestimmungen ist 5,585 (log 0,74702); also ist $\varepsilon = \frac{0,43981}{0,74702} = 0,589$.

Für die 20 Versuche mit h'-Werthen von 12 bis herab zu 7^{mm} ist $\frac{h}{h'}$ im Mittel = 5,575; für die 11 Versuche mit h'-Werthen von 6 bis herab zu $3,8^{mm}$ hat $\frac{h}{h'}$ den Mittelwerth von 5,602: Unterschiede, die gar nicht in Betracht kommen.

Das jetzige ε ist also demjenigen meiner früheren, sowie dem aus den Oberbeck'schen Versuchen berechneten ziemlich nahe, während die Bedingungen in den drei Versuchsreihen durchaus, zum Theil sogar principiell verschieden sind.

Zur weiteren Prüfung änderte ich die Bedingungen der Schallerzeugung so eingreifend wie möglich ab.

I. Ein über 7^{m} langer und über 17^{kg} schwerer Cylinder von Tannenholz ging an jedem Ende in ein viereckiges Holzstück über; auf dem einen der letzteren lag die Zinntafel, die durch Fallkügelchen erschüttert wurde, auf das andere wurde der Conductor aufgesetzt. Der Schall hatte somit einen verhältnissmässig langen Weg bis in mein Ohr zurückzulegen; die dadurch bedingten Verluste an Schallstärke machten natürlich schwerere Fallkügelchen nöthig.

Digitized by Google

$\frac{p'}{p}$ war $\frac{36,5}{12,6}^{\text{mg}} = 2,897$ (log 0,46195); $\frac{h}{h'}$ war $\frac{100}{16}^{\text{mm}} = 6,25$.
Also $\varepsilon = \frac{0,46195}{0,79588} = 0,581$.

II. Zwölf Zinntafeln, im Gesammtgewicht von mehr als 35^{kg}, wurden über einander auf den Versuchstisch gelegt zu einer 17^{cm} hohen Schicht. Zu allen sonstigen Versuchen wurde, wie erwähnt, nur eine Zinntafel, von 2406^{g} Gewicht, benützt. Als Fallkugeln dienten dieselben wie bei I, also war $\frac{p'}{p} = 2,897$. Auf das eine Ende der obersten Zinntafel fielen die Fallgewichte, während der Schall durch den auf das andere Ende aufgesetzten Conductor gehört wurde. $\frac{h}{h'}$ war $\frac{60}{9} = 6,66$ (log 0,82386). Also $\varepsilon = \frac{0,46195}{0,82386} = 0,560$.

III. Unter die gewöhnlich verwendete Zinntafel wurden sechs Lagen dicken Baumwollbibers gelegt; die Gewichte waren die der Hauptversuchsreihe, also $\frac{p'}{p} = \frac{4,35}{1,58}^{\text{mg}}$. Für $\frac{h}{h'}$ wurde gefunden $\frac{50}{7,5}^{\text{mm}} = 6,66$. Also $\varepsilon = \frac{0,43981}{0,82386} = 0,534$.

IV. Um auch mit einer andern Schallquelle zu experimentiren, benützte ich eine gewöhnliche, von einem Holzrahmen eingefasste, Schieferschreibtafel. $\frac{p'}{p}$ war wiederum $\frac{4,35}{1,58}$; $\frac{h}{h'}$ war $\frac{42}{6,5} = 6,46$.
Also $\varepsilon = \frac{0,43981}{0,81023} = 0,543$.

Die Versuche I bis IV wurden nicht wiederholt angestellt, so dass die bezüglichen ε-Werthe nur annähernd richtig sein können. Im Mittel ergibt sich in I bis IV $\varepsilon = 0,543$.

Ueber die Berechnung der Schallstärke bei gegebenem Fallgewicht und Fallraum kann somit kein Zweifel bestehen. In den Versuchen I bis IV habe ich die gewöhnlichen Bedingungen bedeutend abgeändert, indem entweder die Leitung des Schalles von der Schallquelle bis ins Ohr (I), oder die Vertheilung des Schalles von der Schallquelle aus in die umgebenden Medien (II und III)

Digitized by Google

wesentlich verändert, oder (in IV) eine neue Schallquelle benützt worden ist. In jedem einzelnen dieser Fälle ist aber von der der Schallquelle zugeführten mechanischen Energie gleich viel verloren gegangen, d. h. nicht zur akustischen Verwendung gekommen, mag eine schwerere Fallkugel und ein kleinerer Fallraum, oder eine leichtere Kugel und ein grösserer Fallraum zur Herstellung der Empfindungsschwelle benützt worden sein.

Meine früheren und jetzigen Versuche sind ausschliesslich zu dem praktischen Zweck unternommen worden, die richtige Berechnung der Schallstärke aus den gegebenen Versuchsbedingungen aufzufinden. Die Erklärung, warum bei diesen Versuchen die Fallhöhe mit einem constanten, resp. nahezu constanten, Exponenten in Wirksamkeit kommt, oder gar der Nachweis des speciellen Werthes (ca. 0,6), den diese Constante annimmt, wird erst nach umfassenden und mühsamen messenden Versuchen (deren Ausführbarkeit jedoch nichts im Wege steht) über die allseitige Ausbreitung der Schwingungen von der Schallquelle aus möglich sein. Meine seitherigen Erfahrungen scheinen dafür zu sprechen — vorausgesetzt, dass die Leitung von der Schallquelle bis zum Ohr unverändert bleibt —, dass von einer bestimmten Erschütterung der Schallquelle ein bestimmter Antheil an das Ohr abgegeben wird, möge die Schallquelle nach allen übrigen Richtungen von gut oder schlecht leitenden Körpern umgeben sein.

Digitized by Google

Untersuchungen zur Kanalisation.

Von

Dr. J. Soyka,

Privatdocent und Assistent am hygienischen Institut in München.

Erste Abhandlung.

(Mit Tafel IV.)

Einleitung.

Die hygienische Forschung muss es sich nicht selten zur Aufgabe machen, Einrichtungen und Maassregeln in den Bereich ihrer Untersuchungen zu ziehen, für die sich seit undenklichen Zeiten eine bestimmte Praxis herausgebildet hat, welche nach einer Art stillschweigenden Uebereinkommens als die vortheilhafteste oder scheinbar bequemste erscheint. Es sind dies meist die täglichen Bedürfnisse, an deren Befriedigung unser Dasein gebunden ist, für welche sich allmählich auf dem Wege der Erfahrung eine Uebung gefunden, die wir auch ohne strenge wissenschaftliche Begründung gelten lassen müssen, und wo wir erst nachträglich die Principien feststellen, auf welchen unsere Lebensgewohnheiten beruhen. Durch letzteres kommen wir dann allerdings auch leicht in die Lage, Vorschläge zur Besserung, zu einer rationelleren Gestaltung gewisser Lebensgewohnheiten, gewisser Verrichtungen anzuregen. Es sei hierbei nur an die Fragen der Ernährung, der Bekleidung gedacht, deren wissenschaftlichem Ausbau das actuelle Bedürfniss weit voranschreiten musste, die jedoch, seitdem gewisse, nach exacten Methoden unternommene Untersuchungen zur Lösung, wenigstens einiger Cardinalpunkte geführt haben, bereits manche Modificationen, manche Förderung erfahren haben.

In zweiter Linie haben wir sodann eine Reihe von meist für eine gewisse Gesammtheit oder Gemeinschaft von Menschen berechneten und bestimmten Maassnahmen, die erst dem in der neueren

Digitized by Google

Zeit etwas reger gewordenen hygienischen Bewusstsein entsprungen sind, und für deren Nothwendigkeit im Grossen und Ganzen eine Summe von Erfahrungen und Thatsachen spricht, jedoch nicht mit solcher Klarheit und Entschiedenheit, um den einzig richtigen Weg bereits über alle Zweifel und Anfechtungen erhaben hingestellt zu haben. So spielen, seitdem es eine epidemiologische Forschung gibt, in derselben die Verunreinigung des Bodens, die Verpestung der Luft, die Verschlechterung des Wassers durch jene Substanzen, die als Abfälle des menschlichen Haushalts, als Producte des Stoffwechsels von Menschen und Thieren, als Reste abgestorbenen, organischen Lebens auftreten, eine wesentliche Rolle; vergleichende Untersuchungen der Sanitätsverhältnisse innerhalb eines grösseren Bezirkes suchten diesen Einfluss festzustellen; und wenn auch auf diese Weise bei der grossen Anzahl mitwirkender Factoren kein alle Anforderungen wissenschaftlicher Skepsis befriedigendes Resultat gewonnen werden konnte, so liess sich doch die Gefahr, die der Vernachlässigung aller auf diesen Punkt zu richtenden, hygienischen Bestrebungen entspringt, nicht abweisen, so dass allmählich energische Anstrengungen gemacht wurden, diesen Gefahren dadurch vorzubeugen, dass man Boden, Luft und Wasser von den verunreinigenden Stoffen so weit frei zu erhalten suchte, als die sanitären Anforderungen es erheischten und als die Durchführung dieses Vorhabens möglich ist.

Sache der wissenschaftlichen Forschung ist es dann, hier zu untersuchen, wie weit die bisherigen theils eingeführten, theils vorgeschlagenen Einrichtungen diesem Postulate nachgekommen sind oder nachzukommen vermögen, ob sich Anhaltspunkte finden lassen, die den Schluss auf einen Einfluss derselben in sanitärer Beziehung gestatten, ob sich im Betriebe, in der praktischen Anwendung Erscheinungen zeigen, die mit den hygienischen Anforderungen nicht vereinbar sind, und ob diese solcher Natur sind, dass sie eine Abhilfe als möglich, oder aber das ganze jeweilige Princip als unbrauchbar erscheinen lassen.

Es ist wohl selbstverständlich, dass diese Aufgabe in der hier ausgesprochenen allgemeinen Darlegung eine viel zu umfassende ist, als dass auf eine rasche Lösung derselben gerechnet werden könnte. In den hier zu veröffentlichenden Aufsätzen soll ein

Digitized by Google

kleiner Beitrag hierzu geboten werden, indem die Kanalisationsfrage nach den erörterten Gesichtspunkten behandelt werden soll. Es wird in erster Linie untersucht werden, ob sich an der Hand vorliegender Thatsachen ein Urtheil über die sanitäre Bedeutung dieses Systems der Städtereinigung abgeben lässt, in welcher Weise ferner gewisse Nachtheile, die dem Systeme durch die Strömungen der Luft innerhalb der Kanäle und durch Communication mit Strassen und Wohnungen anhaften, stärker in die Erscheinung treten, und schliesslich sollen dann auch, anknüpfend an frühere Untersuchungen, neue Daten geliefert werden zu der Frage nach dem endlichen Schicksal der organischen Stoffe, wenn dieselben dem Boden oder dem Wasser überliefert werden.

I. Mortalitätsverhältnisse Münchens mit Rücksicht auf die Kanalisation.

In einer Stadt, welche in Bezug auf die von uns zu behandelnde Frage verschiedene Einrichtungen in einer gewissen räumlichen Trennung besitzt, liegt in diesem Zustande eine Art Herausforderung, denselben zu vergleichenden Untersuchungen zu benützen; doch liegt andererseits auch die grosse Gefahr vor, dass bei der Hervorhebung eines einzelnen Factors, bei der einseitigen Würdigung und der Vernachlässigung anderer mitwirkender Momente die Schlussfolgerungen zu irrthümlichen werden, solange man diesen einzelnen Factor als die Ursache oder alleinige Ursache aller sich ergebenden Differenzen ansehen wollte. Es wird also auf diesem Wege nicht ganz leicht ein positiver Beleg zu schaffen sein, z. B. für den günstigen Einfluss der Kanalisation und der damit einhergehenden Bodendrainage, wenn es nicht gelingt, die cetera paria zu schaffen, was für eine grössere Stadt einigermassen Schwierigkeiten darbietet. Es wird jedoch für manche Fälle schon genügen, die Untersuchung nach der umgekehrten Richtung hin anzustellen, ob vielleicht aus der bestehenden Kanalisation grössere Nachtheile entspringen. Es ist diese Behandlung auch schon deshalb nicht überflüssig, weil ja von verschiedenen Seiten wirklich derartige Vorwürfe erhoben wurden.

Wir wollen zu diesem Zwecke in erster Linie eine Darlegung der Verhältnisse geben, wie sie in Bezug auf Reinhaltung und Entwässerung des Bodens in München bestehen.

Digitized by Google

München besitzt nach der Volkszählung des Jahres 1880 die Summe von 453 Strassen mit 8791 Häusern und eine Einwohnerzahl von 224902 (Civilbevölkerung, die hier ausschliesslich zur Berücksichtigung gelangt). Diese Strassen lassen sich nun nach 3 resp. 4 grossen Gruppen mit Rücksicht auf die Entwässerung und Reinhaltung des Bodens zusammenfassen.

Die I. Gruppe, die 56 Strassen umfasst, besitzt ein modernes Sielsystem mit undurchlässigen, gespülten Kanälen von eiförmigem Profil, die begangen werden können.

Die II. Gruppe, die 77 Strassen in sich schliesst, besitzt zwar auch Kanäle, die jedoch einer früheren Zeit angehören und fast durchweg unzulänglich sind.

Die III. Gruppe, von 320 Strassen, besitzt gar keine Kanäle. Eine geringe Anzahl dieser Strassen wird von den sog. Stadtbächen, Abzweigungen der Isar, die durch die Stadt geleitet worden waren, durchflossen. Diese Stadtbäche liegen jedoch relativ hoch, so dass eine Entwässerung, eine Drainage des Bodens in dieselben nicht gut möglich ist.

Ein näheres Eingehen auf diese Entwässerungsverhältnisse lässt uns jedoch noch eine weitere Gruppe abtrennen. Das Sielsystem nämlich, das 56 Strassen umfasst, ist weder der Zeit des Baues noch der Localität und dem Terrain nach ein einheitliches; wir haben es vielmehr mit zwei von einander ganz unabhängigen Sielsträngen zu thun, und zwar in folgender Weise:

I. Gruppe, 43 Strassen der Schönfeld-, Max- und Ludwigs-Vorstadt, zum grössten Theil im Jahre 1868 fertig gestellt. Die annähernde Länge dieser Kanalstrecke betrug nach dem im Jahre 1876 erstatteten Gordon'schen Bericht[1]) 21000^{m}. Die Anlage dieser Siele ist von Südwest nach Nordost gerichtet, da sich auch das Terrain mit dem Laufe der Isar von Südwest nach Nordost resp. von Süd nach Nord neigt, beginnt in der Gegend des allgegemeinen städtischen Krankenhauses und mündet mit dem Stammsiele unterhalb der Stadt in der Nähe der Central-Thierarzneischule in einen Isarkanal, den sog. Schwabingerbach. Die sämmtlichen

1) Die Kanalisation der Haupt- und Residenzstadt München. Von J. Gordon. München 1876.

Digitized by Google

Kanäle sind aus hart gebrannten Backsteinen in hydraulischem Mörtel gemauert, und die Innenwände mit gleichem Mörtel verputzt; zur Sohle wurden sog. Klinker (hart gebrannte Ziegel) verwendet. Die kleinste Höhendimension der Kanäle wurde auf 4 Fuss hergestellt, um eventuelle Räumungen und Reparaturen noch vornehmen lassen zu können, und werden nach den inneren, lichten, Dimensionen 3 Kategorien dieser Siele unterschieden:

a) Stammsiel:	Lichte Höhe 7′	R des obern Gewölbes	2′
		R „ untern „	1,25′
b) Hauptsiel:	Lichte Höhe 5,4′	R des obern Gewölbes	1,5′
		R „ untern „	1,0′
c) Nebensiel:	Lichte Höhe 4,8′—4,0′	R des obern Gewölbes	1,4′
		R „ untern „	0,8′

Das Gefälle der Kanäle ist fast durchgehends 1:800 = 0,125 %, nur bei der Ausmündung bedeutend vermehrt, 1:140 = 0,713 %.

Das ganze Kanalnetz ist mit einem Systeme von Stauschleusen zu periodischer Spülung versehen, und an den verschiedenen Kanalenden sind Spülbehälter angelegt. Nach Messungen, die bezüglich der in den Sielen fliessenden Wassermenge von Frauenholz angestellt wurden, beträgt bei regenlosem Wetter, also zu Zeiten, wo die Siele keinen andern Zufluss als das Abwasser der Häuser und das in die Spülschleusen geleitete Wasser haben, im Ganzen $5{,}5^{cbf} = 0{,}136^{cbm}$ pro Secunde, von welcher Wassermenge die Abwasser der Häuser $2{,}43^{cbf} = 0{,}06^{cbm}$, die Spülschleusen $2{,}77^{cbf} = 0{,}076^{cbm}$ pro Secunde liefern.

Es fliessen also zur Zeit, wo es nicht regnet, in den betreffenden Kanälen insgesammt

in der Secunde	129	Liter
„ „ Minute	7756	„
„ „ Stunde	465360	„
im Tage	11 168640	„ [1])

Wenn auch diese Spülung eine verhältnissmässig bedeutende zu nennen wäre, so ist sie leider nicht eine gleichmässige: im Winter besteht Mangel an Spülwasser wegen des niedern Quellenstandes,

1) Das Kanal- oder Sielsystem in München. Gutachten etc. von M. v. Pettenkofer. München 1869.

Digitized by Google

im Sommer während jeder Bachauskehr wegen geringerer Leistungsfähigkeit der das Spülwasser liefernden Brunnenwerke. Als im Jahre 1857 der Entwurf zu dieser Entwässerung angefertigt wurde, war auch mit Rücksicht auf den damaligen Mangel jeder Wasserversorgung dieser Stadttheile von vorn herein festgestellt, dass diese Kanäle keine Abtrittsflüssigkeiten aufnehmen sollten. Für die Excremente musste also noch durch cementirte Gruben vorgesorgt werden, oder es wurde auch in einzelnen Häusern die Tonnenabfuhr eingerichtet. Dass trotzdem Fäcalien in genügender Menge in diese Kanäle kamen und kommen, ist nicht bloss wahrscheinlich, sondern sogar mit voller Evidenz nachgewiesen. Fürs erste mussten für einzelne Häuser direct Ausnahmsmaassregeln geschaffen werden, wo es sich um bereits bestehende Einrichtungen handelte, denen also die Ausnahmsvergünstigung, direct einzuleiten, gewährt wurde. Sodann wurde bei einzelnen Häusern und Etablissements die Aufstellung von Separateurs geduldet, mit Einleitung des abfliessenden Flüssigen in die Kanäle, und wir wissen ja, dass sich hierbei allmählich Alles verflüssigt. Sodann aber wurde an vielen Orten per nefas die Grube durch ein Ueberlaufsrohr in Communication mit dem Kanal gesetzt, und so das Verbot so lange umgangen, bis diese Manipulation entdeckt und abgeschafft wurde, um alsbald hinter dem Rücken der Aufsichtsorgane wieder eingeführt zu werden. Auf diese Weise ist es erklärlich, dass auch die Analysen des Kanalinhalts von Feichtinger[1]) und von Schelhass[2]) Angaben liefern mussten, die auf die Thatsache der Einleitung der Fäcalien hinwiesen, und dass die Analysen keine grossen Differenzen nachwiesen zwischen dem Kanalwasser von München und dem von Rugby, einer Stadt, welche die Excremente direct in die Kanäle ablässt.

In diese Strassengruppe sind nun auch die in den neuen Schlachthauskanal sich entwässernden Strassen mit einbezogen. Dieser Kanal, in der Länge von ca. 1600^{m}, schliesst sich in seiner Construction den früheren an, wenn er auch viel später gebaut ist; er ist in technischer Beziehung höchst vollkommen eingerichtet und

1) Das Kanal- oder Sielsystem in München. Gutachten etc. von M. v. Pettenkofer. München 1869.

2) Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt 1877.

Digitized by Google

mündet am Sendlingerthor in einen Stadtbach, den sog. Glockenbach.

Als II. Gruppe haben wir dann einen Complex von 13 Strassen, die sich in den sog. Thalkanal entwässern. Dieser Kanalbau wurde in den Jahren 1869—1872 ausgeführt. Die Kanäle besitzen eine Gesammtlänge von 2722^{m} und münden in die Isar aus; sie sind in ganz ähnlicher Weise angelegt und ausgeführt wie die soeben geschilderten. Die Stadtbäche sind zum Zweck der Spülung theilweise an sie angeschlossen. Die hierher gehörenden Strassen zeigen in mehrfacher Beziehung Verschiedenheiten von den Strassen der I. Gruppe; hier sei zuvörderst nur hervorgehoben, dass sie sich im Centrum der Stadt befinden und demgemäss zu den älteren gehören, während die ersteren nahe an der westlichen und nordwestlichen Peripherie gelegen sind und, wenigstens in ihren äussersten Theilen, zu den jüngeren gezählt werden müssen.

Als III. Gruppe haben wir nun 77 Strassen mit alten Kanälen. Diese älteren Kanäle sind grösstentheils, nach früherer Art solcher Constructionen, aus Backsteinmauerwerk, mit ebenen oder flach muldenförmigen, polygonen oder segmentförmigen, gepflasterten Sohlen und senkrechten, parallelen Wänden versehen. Sie sind theils überwölbt, theils mit Holz eingedeckt und wurden in verschiedenen Dimensionen und stückweise, ohne richtigen Zusammenhang und ohne System ausgeführt. Ihre Construction fällt zum Theil noch in den Anfang dieses Jahrhunderts, und ist von einigen Kanälen der Zeitpunkt ihres Baues gar nicht mehr zu eruiren. Ihre gesammte Länge beträgt ca. 61000′ oder 18000^{m}, von der über 40 % noch vor 1850 erbaut wurden. Das Gefälle schwankt zwischen 0,07 % bis zu 1,5 selbst 2 %, die Höhe zwischen 2—6′, die Breite zwischen 1,95 und 3,5′. Directen Zufluss aus den Wasserleitungen haben diese Kanäle nicht, ebensowenig Stau- oder sonstige Spülvorrichtungen. Dass diese Kanäle mehr langgestreckten Cloaken und Versitzgruben als modernen Sielen gleichen, ist nach der vorliegenden Sachlage erklärlich, und die grossen Ansammlungen von Unrath, die von Zeit zu Zeit immer wieder durch Menschenhand heraufgeschafft werden müssen, beweisen dies. Es sind auch keine Mittel vorhanden, durch eine stärkere Spülung diesen Mängeln in

Digitized by Google

etwas abzuhelfen, und wir können mit vollem Rechte annehmen, dass die Drainageverhältnisse der von diesen Kanälen durchflossenen Stadttheile nicht viel besser sich gestalten als in jenen Stadttheilen, die der Kanäle völlig entbehren; können ja schon wegen der hohen Lage einzelner dieser Kanäle viele Keller sich in dieselben nicht oder nur durch Aufpumpung entwässern.

Wir lassen zur genauen Charakterisirung dieser alten Kanäle, die mit modernen Sielen gar nicht verglichen werden dürfen und nur den Namen Kanäle tragen, den officiellen Bericht[1]) über dieselben hier folgen. Dort heisst es:

„Die Wirkung der Kanäle in Bezug auf Fortschaffung der eingeführten Abwasser ist eine gänzlich ungenügende. Trotz der günstigen Gefällsverhältnisse (durchschnittlich 1 : 100 bis 1 : 500) lagert sich in denselben der Unrath so massenhaft ab, dass eine mehrmalige jährliche Reinigung derselben vorgenommen werden muss; ausserdem ist bei der geringen Dichtheit der Sohle und der Seitenwände der Untergrund einer fortwährenden Verunreinigung durch organische Stoffe ausgesetzt.

Die Gründe dieser mangelhaften Wirkung der Kanäle liegen nahe; sie sind zu finden:

a) in der geringen Menge von Spülwasser und dem Mangel jeder Stauvorrichtung, um dem Spülwasser zeitweilig eine erhöhte Wirksamkeit geben zu können;
b) in der Construction der Sohle; die flach muldenförmige Form derselben gestattet der abzuführenden Flüssigkeit, sich über eine grosse Fläche auszubreiten und bei der hierdurch entstehenden geringen Wassertiefe mit Leichtigkeit allen schwimmenden und nicht schwimmenden Unrath abzusetzen;
c) in der Construction der Einfallschachte; durch diese offenen, auch nicht mit Gittern versehenen Schachte gelangt das Strassenwasser aus den Strassenrinnen direct in die Seitenkanäle, hat also keine Gelegenheit, wie beim Sielnetz, vorher seinen Schlamm und seine schweren Theile in einen Senk-

1) I. Bericht über die Verhandlungen und Arbeiten der vom Stadtmagistrat München niedergesetzten Commission für Wasserversorgung, Kanalisation und Abfuhr in den Jahren 1874 und 1875 in München.

Digitized by Google

kasten abzulegen. Diese offenen Schachte sind auch der Weg, auf welchem die zur Strassenreinigung verpflichteten Privaten das Kehricht und den Strassenschlamm in den Kanal bringen können und auf welchem auch noch manch anderer Unrath dahingelangt.“

Nach dieser Charakterisirung wird man wohl zugeben, dass diese Strassen in Bezug auf Reinhaltung des Bodens höchstens mit nicht kanalisirten Strassen parallelisirt werden können, ja sie werden mit Rücksicht auf die lange Dauer dieser Zustände, auf das Alter der Kanäle noch viel schlechter darin bestellt sein als die nicht kanalisirten, relativ jüngeren Strassen. Schon aus dem grossen Alter dieser Kanäle geht hervor, dass die grösste Zahl dieser Strassen zu den ältesten Münchens gehört und im Centrum der Stadt gelegen ist.

Als IV. Gruppe haben wir schliesslich 320 Strassen ohne Kanäle. Die Entwässerung wird hier ohne künstliche Mittel dem lockern Erdreich überlassen, dessen Fähigkeit hierzu denn auch bei heftigeren Regengüssen versagt, so dass es zur Bildung von wahren Giessbächen, zu partiellen Ueberschwemmungen kommt, (freilich auch in vielen Strassen der Gruppe III). Auf diese Weise werden dann auch die Hausabwasser ruhig und sorglos dem Boden überantwortet, sei es direct, sei es durch Vermittlung von sog. Versitzgruben. Die Excremente sollen auch hier in cementirten Gruben aufgesammelt oder durch Tonnenabfuhr entfernt werden.

Die zu dieser Gruppe gehörigen Strassen sind unregelmässig vertheilt; selbstverständlich gehört jedoch der grösste Theil der neuen und neuesten Strassen hierher, die natürlich wieder vorwiegend an der Peripherie der Stadt sich befinden. —

Haben wir auf diese Weise ein Bild über die Entwässerungsverhältnisse Münchens gegeben, so ist damit der Charakterisirung der einzelnen Strassencomplexe nicht Genüge geleistet worden. Da es sich darum handelt, Vergleiche mit Rücksicht auf Mortalitäts- und Krankheitsverhältnisse zu unternehmen, so ist vor allem auch der Boden in Betracht zu ziehen; denn wir wissen ja, dass das Auftreten gewisser Krankheiten nach Intensität der Ausbreitung und des Verlaufs von gewissen Bodenverhältnissen ab-

Digitized by Google

hängig ist. Ich gebe deshalb hier eine kurze geologische Skizze, soweit sie hygienische Beziehungen erkennen lässt. Dieselbe sowie das auf Taf. IV dargestellte Querprofil durch München verdanke ich meinem Freunde Dr. A. Penck.

München liegt auf einer breiten Hochfläche von dreiseitiger Gestalt, welche sich im Süden zwischen die Gebiete des alten Inn- und Isargletschers drängt und sich nach Norden zwischen Freising und Landshut in dem Isarthale fortsetzt. Im Gegensatz zu der nördlicher liegenden Tertiärhügellandschaft und den im Süden entwickelten Moränenbezirken ist das Niveau dieser Hochfläche ein sehr gleichförmiges; dieselbe zeigt keinerlei erhebliche Unregelmässigkeiten der Bodengestaltung, sondern dacht sich gleichförmig von Süd nach Nord ab. Auch der hydrologische Charakter ist ein ungemein regelmässiger. Diese Hochfläche wird der Länge nach von der Isar durchströmt; letztere schneidet in den südlichen Theil der Hochfläche $50-70^{m}$ tief in einem engen Thale ein; in dem Maasse jedoch, als man vorwärts geht, nimmt die Tiefe dieses Thales ab. Bei Grosshesselohe, etwa 10^{km} südlich von München, entwickeln sich an den Gehängen des Isarthales breite Terrassen, welche nach Norden zu allmählich in einander verfliessen und schliesslich mit der Hochfläche und der Thalsohle in eine Fläche verschmelzen. Etwa 10^{km} unterhalb Münchens ist kein Isarthal mehr wahrnehmbar, der Fluss fliesst auf der Hochfläche. Die Stadt München nun liegt grösstentheils auf einer Terrasse des Isarthales (*B* auf Taf. IV), welche bei Grosshesselohe ihren Ursprung nimmt, hat sich jedoch frühzeitig auch über den Thalboden selbst ausgebreitet (*C* auf Taf. IV), aber erst in neuerer Zeit auch auf die Hochfläche (*AA* auf Taf. IV) erstreckt[1]). Ein Blick auf die Tafel zeigt uns dann an einem von

1) Es wird vielleicht ein Kenner der diesen Gegenstand behandelnden medicinischen Literatur einen Widerspruch mit früheren Schilderungen zu finden glauben, da in diesen meist von drei Terrassen die Rede ist. Der Widerspruch ist jedoch nur scheinbar und nur in der Bezeichnung, im Namen, gelegen. Was hier Hochfläche, Terrasse, Thalboden genannt wird, entspricht den früheren drei Terrassen: *A* die Hochfläche wäre also die erste, *B* die eigentliche Terrasse die zweite, *C* der Thalboden die dritte Terrasse. Ich glaubte den geologischen Ausdruck, der oben gebraucht wird, festhalten zu sollen, besonders auch, weil er dem Bilde gut entspricht und manche Eigenthümlichkeiten des Terrains erklärt.

Digitized by Google

West nach Ost gezogenen Durchschnitt, wie die Hochfläche *AA* einen tieferen, der Isar entsprechenden und an dieselbe sich anschliessenden Einschnitt (*C*) erlitten, der von Nord nach Süd verläuft, das sog. Isarthal, welches auf der einen, östlichen Seite direct zur Hochfläche (ca. 20^{m} hoch) ansteigt, auf der andern, westlichen Seite jedoch vermittels einer Abstufung, Terrasse (*B*), die Höhe erklimmt. Weiter gegen Osten erblicken wir schliesslich eine Anschwellung *D*, eine wahre Auflagerung, die noch unser geologisches wie hygienisches Interesse in Anspruch nehmen wird. Der Abfall der Hochfläche gegen die Isar auf der östlichen Seite beträgt ca. 20^{m}. Der Abfall der Hochfläche (westlich) zur Terrasse beträgt $10 - 5^{m}$, gegen Norden zu abnehmend; von der Terrasse gegen den Thalboden ungefähr ebensoviel.

Im Einklange mit dem Mangel orographischer Gliederung zeigt die grosse Münchener Hochfläche einen sehr einfachen geologischen Bau. Mögen auch in der Tiefe noch eine Reihe älterer Gesteine ruhen, so ist der Flinz (1 im Profil auf Taf. IV) das nachweislich älteste Gebilde der Hochfläche. Er tritt im Bereiche derselben nur da zu Tage, wo Thäler tief einschneiden, und ist ein treuer Begleiter der Isar, aus deren Bette und Ufer er bei niedrigem Wasserstande an mehreren Punkten ansteht. Ueber dem Flinz, einem grauen, sandigen oder glimmerreichen, in tieferen Lagen mergeligen, zum Obermiocän gehörigen Thon von mehreren 100^{m} Mächtigkeit, lagert ein alpiner Diluvialkies (2 im Profil auf Taf. IV), welcher häufig zu einer Nagelfluh verkittet, bei München aber lose ist und sich durch eine namhafte Beimengung von Sand auszeichnet. Dieser sandige Kies wird nun stellenweise überdeckt: entweder von Löss, einem hier local kalkfreien oder auch sandigen, an organischen Bestandtheilen reichen, lockeren Thon, welcher dann gewöhnlich flache Bodenauflagerungen bildend hervorragt (3 bei *D* im Profil auf Taf. IV), — oder aber von einem im Mittel $6 - 8^{m}$ mächtigen, sehr groben alpinen Kies (4 im Profil auf Taf. IV), welcher meist ziemlich arm an sandigen Partikeln ist und sich gegenüber dem unter ihm auftretenden Kies durch sein lockeres Gefüge auszeichnet.

Wo an dem nördlichen Zipfel der Hochfläche die Flüsse in dieselbe nicht oder nicht tief genug einschneiden und deswegen, d. h. in Folge

Digitized by Google

mangelnder Drainage das Gebiet fortwährend durchfeuchtet bleibt, werden die erwähnten Gebilde noch durch mächtige Moorbildungen verhüllt. Wo hingegen im Süden die Hochfläche von Thälern ziemlich tief durchfurcht wird, sind die erwähnten Ablagerungen an den Thalgehängen bis zum Flinz herab blossgelegt und werden, wie auf der Höhe der Terrassen, so am Thalboden durch die jüngeren Anschwemmungen des Terrassen- und Alluvialkieses überlagert.

Wie wir sehen, spielen alle diese Ablagerungen im Bereich der Stadt München eine Rolle. Der im Untergrund allenthalben nachweisbare Flinz (Taf. IV 1), der an der Isar zu Tage tritt, hat eine unregelmässige, keineswegs der Oberfläche parallel gehende Ausbreitung: er ist auch am Fusse der mit *B* bezeichneten Thalterrasse (Petersberg) nachgewiesen worden. Der ältere sandige Kies (Taf. IV 2), gleichfalls weit verbreitet, ist besonders durch tiefe Gruben auf der Hochfläche behufs Sandgewinnung aufgeschlossen und ist wahrscheinlich in der Tiefe der Thalterrassen entwickelt. Der (hier für Wasser undurchlässige) Löss bildet den Grund eines Theiles der östlichen Vorstadt von München (Haidhausen) (Taf. IV 3 *D*), wo eine sanfte Erhebung von ihm bedeckt ist. Der grobe, jüngere Kies (Taf. IV 4) ist die Grundlage der auf die Hochfläche hinausgebauten Vororte Münchens mit Ausnahme der erwähnten lössbedeckten Erhebung bei Haidhausen. Terrassen- und Alluvialkies (Taf. IV 5 u. 6) sind dagegen die unmittelbaren Unterlagen des grössten Theiles der eigentlichen Stadt.

Da alle jene Gebilde besonderen Zeitabschnitten in der Bildung der Gegend entsprechen und keine continuirliche Ablagerung bilden, so ist einleuchtend, dass sie nicht völlig regelmässig über einander geschichtet sind. Ihre gegenseitigen Grenzen verlaufen unregelmässig und können nur durch sorgfältige, detaillirte Untersuchungen genau fixirt werden.

So interessant nun aber auch in geologischer Beziehung diese Grenzen sein mögen, so hat doch in hygienischer Beziehung nur eine derselben grössere Bedeutung; es ist die Grenze des Flinzes gegen die jüngeren Schichten, da ihm die Rolle der für Wasser undurchlässigen Schicht zukommt. Seine Ausbreitung,

Digitized by Google

sein Niveau ist daher von wesentlichem Einfluss auf den Grundwasserstand; das in den Boden eindringende Wasser wird sich auf demselben ansammeln und natürlicherweise seinen nicht unerheblichen, von der Oberflächenconfiguration unabhänigen Niveauschwankungen bis zu einem gewissen Grade folgen müssen. Das vorliegende Profil zeigt z. B., dass der Flinz bei München, abgesehen von dem durch die Isar bewirkten Einschnitt, unterhalb der Terrasse und westlich vom Isarthal selbst ein Thal (oder mindestens eine Mulde) bildet (Taf. IV *E*), das durch einen unterirdischen, von Südost nach Nordwest verlaufenden Flinzhügel von der dem Isarthal entsprechenden Depression des Flinzes getrennt ist. Leider verfügen wir noch nicht über die genügende Anzahl von Bohrungen, um entscheiden zu können, ob dieses Verhältniss sich über grössere subterrane Strecken ausdehnt. Jedenfalls hat dies dann zur Folge, dass das Grundwasser an einzelnen Stellen einen viel tieferen Stand bewahrt als an unmittelbar benachbarten, ferner dass eine minder schnelle Ausgleichung der Grundwasserströmungen in diesen Gegenden erfolgt, wie dies auch Temperaturbestimmungen des Grundwassers erweisen. Auch die Ausbreitung der Isarschwankungen nach Westen wird durch einen derartigen Flinzwall verhindert.

Wir haben in das Profil auch die Darstellung des höchsten Grundwasserstandes aus dem Jahre 1876 (29. April 1876) aufgenommen. Wir sehen, wie das Grundwasser von beiden Seiten der Hochfläche gegen die Isar zu abfällt, aber nicht gleichmässig. In der östlichen Hälfte nimmt die Höhe des Grundwasserspiegels sehr allmählich ab, um an dem steilen Abfall der Höhe gleichfalls jäh der Isar zuzufliessen, dort zahlreiche Quellen bildend (*e*). Im Westen haben wir zuvörderst auch einen allmählichen Abfall (*a*—*b*), der dann etwas steiler wird (*b*—*c*), um oberhalb der Mulde fast in eine Horizontale (*c*—*d*) überzugehen. Im Thal selbst liegt das Grundwasser in der Stauhöhe des Flusses, der Oberfläche sehr nahe. Wir beschränken uns auf diese kurze Andeutung, da ein tieferes Eingehen auf diese Verhältnisse uns von unserem Gegenstande zu weit abführen würde.

Wenn wir nun die oben geschilderten vier Strassengruppen in dieses geologische Schema einzutragen versuchen, so erhalten wir folgendes Bild.

Digitized by Google

Von der I. Gruppe, den 43 besielten Strassen, deren Besielung 1869 vollendet worden, liegen sämmtliche bis auf 4 auf der Terrasse (Taf. IV *B*). Diese 4 Strassen fallen theils in die Abdachung der Terrasse, theils gehören sie direct dem Thalboden an. Da nun sämmtliche Strassen der II. Gruppe dem Thalboden (Taf. IV *C*) angehören, so schliessen wir an sie auch noch diese 4 Strassen der I. Gruppe und bekommen auf diese Weise zwei Objecte, die mit gleichen sanitären Einrichtungen versehen, verschiedenen geologischen Charakter besitzen. Die III. Gruppe, die 77 Strassen mit alten Kanälen umfassend, besitzt keinen so einheitlichen, geologischen Charakter; die ihr angehörenden Strassen gehören zwar auch theilweise dem Thalboden (*C*) an, aber ein nicht unwesentlicher Theil liegt auf der Terrasse (*B*), zum Theil wieder über dem unterirdischen Flinzthale oder der Flinzmulde. Was nun die IV. Gruppe anlangt, die strassenreichste, so gehören diese Strassen sowohl der Terrasse *B*, als auch den beiden Höhen *A A* an, ja ein Theil erstreckt sich auch über den Hügel *D* und nur sehr vereinzelte, kleinere zählen auch zu dem Thalboden *C*. —

Nach dieser Schilderung der als Substrat dienenden Localität ist es nöthig, auch einige Worte über das statistische Material zu sagen. Als Grundlage dienten mir die Aufzeichnungen des städtischen statistischen Bureaus zu München, die mir mit der grössten Bereitwilligkeit zur Verfügung gestellt worden waren. Es lagen mir die Todesfälle der letzten 6 Jahre (1875—80) vor, und zwar nach den einzelnen Häusern registrirt, wobei auch in Betracht gezogen war, dass ein jeder in den Krankenhäusern erfolgte Todesfall in dasjenige Haus eingezeichnet wurde, in dem die Erkrankung erfolgt war. Ich zog nun für meine Untersuchungen in Betracht: die Mortalität im Allgemeinen und die Sterblichkeit an zymotischen Krankheiten, zu denen Pocken, Masern, Scharlach, Diphtheritis mit Croup, Keuchhusten, Unterleibstyphus, Flecktyphus, asiatische Cholera, Ruhr, Kindbettfieber und einige andere Infectionskrankheiten gezählt wurden (Tuberculose erscheint nicht als Infectionskrankheit aufgefasst). Sodann wurde noch die Sterblichkeit der Kinder im ersten Lebensjahre, die allgemeine Sterblichkeit bei Ausschluss der Kindersterblichkeit, die Sterblichkeit an Diphtheritis und

Digitized by Google

die an Abdominaltyphus untersucht. Von diesen Todesfällen wurden die Summen für die letzten 6 Jahre berechnet und in Beziehung gebracht zur Durchschnittsbevölkerung der Jahre 1875 bis 80. —

Es wird hier der Versuch gemacht, aus den Mortalitätsverhältnissen Schlüsse auf die Salubrität zu ziehen. Zuverlässiger wäre natürlich eine genaue Morbiditätsstatistik, auf die wir leider noch immer verzichten müssen, die aber auch mit Rücksicht auf die Diagnose grosse Schwierigkeiten darbieten würde; auch wäre eine gleichzeitige Berücksichtigung der Geburtsverhältnisse stets von grosser Bedeutung. Immerhin können wir wohl erwarten, dass bei derartigen Vergleichen schon die Mortalitätsverhältnisse allein einige Aufklärung gewähren.

Es handelte sich nur noch um die Bevölkerungsziffer, die den Untersuchungen zu Grunde gelegt werden sollte. Da in den Jahren 1875 und 1880 Volkszählungen stattgefunden hatten, so liess sich die Bevölkerungsziffer (Civilbevölkerung) genau feststellen; und da mir sogar die Zahlen für die einzelnen Häuser zur Verfügung standen, so konnte ich auch jene Fehler, die sich durch eventuelle Umnummerirungen hätten ergeben können, eliminiren [1]). Nur einem Umstande musste Rechnung getragen werden. 1877 wurde die Vorstadt Sendling mit einer Einwohnerzahl von 6593 in München einverleibt. Ich berechnete deshalb zuerst die Bevölkerung in den einzelnen Jahren 1875—80 ohne Sendling durch Interpolation (Tab. I Col. 7) und addirte sodann von 1877 an die Zahl für Sendling, wie sie für die einzelnen Jahre bekannt war (Tab. I Col. 8). Es ergeben sich also für die Bevölkerung der einzelnen Strassencomplexe folgende Zahlen (die Zahlen der Volkszählung sind fett gedruckt):

---

1) Eine Differenz, die sich zwischen dem Resultate dieser Berechnung und dem zur Zeit der Abfassung des Manuscriptes noch nicht vollständig vorgelegenem Resultate der Volkszählung ergibt, beträgt nicht einmal ein halbes Procent (0,45 %) und hat ihren Grund in der verschiedenen Art und Weise, wie die Ausscheidung der Militärbevölkerung vorgenommen wurde. Sie ist nicht im Stande, das Resultat der folgenden Berechnungen in irgendwie beachtenswerther Weise zu alteriren.


Digitized by Google

Tabelle I.

Civilbevölkerung Münchens 1875 — 80.

Jahr	I. Gruppe	II. Gruppe	III. Gruppe	IV. Gruppe		Gesammtbevölkerung	
	Strassen mit Sielen auf der Terrasse	Strassen mit Sielen im Thal	Strassen mit alten Kanälen	Strassen ohne Kanäle ohne Sendling	Strassen ohne Kanäle mit Sendling	ohne Sendling	mit Sendling
Col. 1	2	3	4	5	6	7	8
1875	**50841**	**10700**	**50003**	**74801**	**74801**	**186345**	**186345**
1876	51862	10639	50819	79233	79233	192551	192551
1877	52882	10577	51634	83664	90257	198758	205351
1878	53902	10516	52450	88096	95116	204965	211985
1879	54923	10454	53266	92528	99743	211172	218387
1880	**55943**	**10393**	**54082**	**96960**	**104484**	**217378**	**224902**
Summe	320353	63279	312254	515282	543634		1239521
6 jähriger Durchschnitt	53392	10546	52042	85880	90606		206587

Für einen Fall musste noch vorgesehen werden. Eine jede Stadt hat eine gewisse Anzahl grösserer Anstalten, worin Kinder, Greise, Gebrechliche und Kranke dauernd verpflegt werden; Anstalten, in denen meist eine grössere Anzahl von Sterbefällen sich ereignet; sind nun diese Anstalten in München nicht regelmässig auf die geschilderten vier Strassengruppen vertheilt, so könnte dadurch leicht ein Missverhältniss herrorgerufen, ein irriges Resultat herbeigeführt werden. Um dies zu vermeiden, mussten die Todesfälle dieser Anstalten und auch die Bevölkerung derselben eliminirt werden; die Bevölkerungsziffer wurde hierdurch eine andere, wenn auch die Aenderung keine bedeutende war. Es war in diesem Falle:

Tabelle II.

Civilbevölkerung Münchens 1875—80 excl. Anstalten.

Jahr	I. Gruppe	II. Gruppe	III. Gruppe	IV. Gruppe	Gesammtbevölkerung mit Sendling
	Strassen mit Sielen auf der Terrasse	Strassen mit Sielen im Thal	Strassen mit alten Kanälen	Strassen ohne Kanäle mit Sendling	
Col. 1	2	3	4	5	6
1875	50528	10569	48566	71507	181170
1880	55589	10290	52314	100877	219070
Durchschnitt 1875—80	53058	10429	50439	87155	201085

Ich füge hier noch das Bild über die Zunahme der Bevölkerung nach diesen Strassencomplexen an.

Digitized by Google

Tabelle III.

Zunahme der Bevölkerung in München 1875—80.

Charakter der Strassen	Zahl	Zunahme der Bevölkerung absolut	in % der Bevölkerungsziffer von 1875	in % der Zunahme der Gesammtbevölkerung
Col. 1	2	3	4	5
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse	39	5102	10	13,2
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal	17	— 607	— 5,6	— 1,5
III. Gr. Strassen mit alten Kanälen	77	4079	8,1	10,5
IV. Gr. Strassen ohne Kanäle .	320	29683	39,6	76,9
Die ganze Stadt . . .	453	38557	20,6	100

Die Gruppe IV, als jene, welche die meisten neuen Strassen in sich enthält, zeigt die grösste Bevölkerungszunahme, sie participirt an der Zunahme der ganzen Stadtbevölkerung mit nahezu 80 %. Gruppe I und III participiren ziemlich gleichmässig an der Zunahme, und nur Gruppe II, die besielten Strassen im Thal, zeigt eine geringe Abnahme, die sich leicht erklärt, da diese Gruppe im Centrum der Stadt gelegen ist, das nicht erweiterungsfähig ist und von wo aus sich, wie dies in grösseren Städten stets der Fall ist, ein Theil der Bevölkerung an die Peripherie hin wendet.

Führen wir nun den Vergleich der Sterblichkeitsverhältnisse nach den vier Strassengruppen hier durch, und zwar zuerst mit Rücksicht auf die allgemeine Sterblichkeit.

Nach unseren Zusammenstellungen starben innerhalb der letzten 6 Jahre 44590 Personen in München. Diese Zahl, die durch Summirung der Todesfälle nach einzelnen Häusern und Strassen gewonnen wurde, zeigt eine kleine Differenz gegenüber der Summe, die sich aus den Jahresberichten des statistischen Bureaus ergibt; doch übersteigt dieselbe nicht die Höhe von 2 %: ein Fehler, der wohl auch auf Rechnung der besonderen Art der Zusammenstellung des Materials kommt, durch welche noch Fälle als nicht zur Stadt gehörig zur Ausscheidung kommen, die sonst mitgezählt wurden.

Wir erhalten nun folgende Tabelle:

Digitized by Google

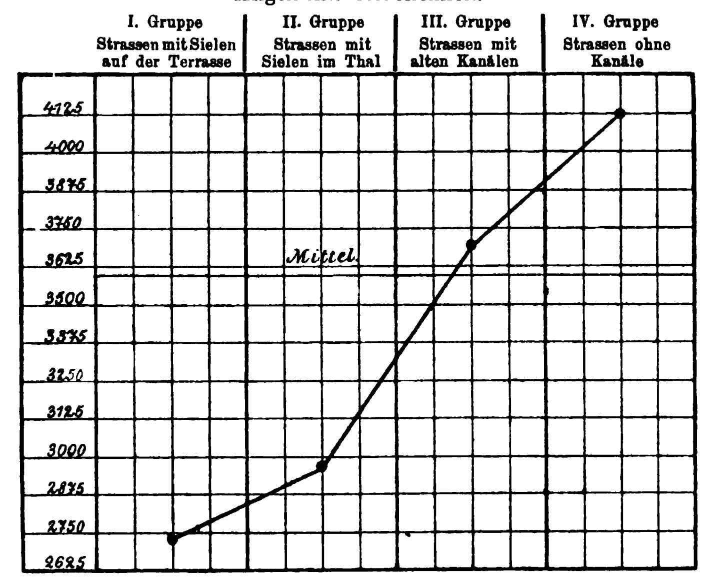
Tabelle IV.

Allgemeine Sterblichkeit in München 1875—80.

Charakter der Strassen	Zahl	Einwohner	Todesfälle 1875—80 absolut	Todesfälle 1875—80 auf 100000 Lebende	Jahresdurchschnitt absolut	Jahresdurchschnitt auf 100000 Lebende
Col. 1	2	3	4	5	6	7
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse . .	39	53329	8749	**16386**	1458	**2731**
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal	17	10546	1868	**17712**	311	**2952**
III Gr. Strassen mit alten Kanälen	77	52042	11509	**22114**	1918	**3685**
IV. Gr. Strassen ohne Kanäle	320	90606	22464	**24793**	3744	**4132**
Die ganze Stadt . .	453	206587	44590	**21586**	7431	**3597**

Curve I (Tab. IV Col. 7).

Allgemeine Sterblichkeit.



Noch übersichtlicher wird das Resultat dieses Vergleichs, wenn wir dasselbe graphisch verzeichnen (s. Curve I). Diese Curve, der Columne 7 unserer Tabelle entsprechend, stellt eine von der ersten bis zur vierten Gruppe mit grösserer oder geringerer Steilheit aufsteigende Linie dar, so dass die Strassen mit Sielen die günstigsten,

Digitized by Google

die ohne Kanäle die allerungünstigsten Mortalitätsverhältnisse darbieten. Daraus kann nun selbstverständlich noch kein Schluss auf die sanitären Vortheile der Besielung abgeleitet werden; dazu sind die vier Strassengruppen zu ungleichmässig, zu wenig homogen, sowohl mit Rücksicht auf ihre Lage als auch auf ihre Bevölkerung resp. Bevölkerungszunahme, ihre Häuser etc.; doch kann vielleicht schon eine Vermuthung sich aufdrängen, dass nämlich in der Besielung zum Mindesten keine bedeutenden sanitären Nachtheile gelegen sein können. Auch liessen sich wenigstens zwei Gruppen mit einander in Vergleich stellen: die Strassen mit Sielen im Thal und die mit alten Kanälen; diese sind in Bezug auf ihre Bevölkerung, das Alter der Strassen und Häuser, zum grossen Theil auch auf ihre Lage, höchst ähnlich, und da würde denn das Resultat bereits sehr zu Gunsten der Verhütung der Bodenverunreinigung sprechen. Doch werden sich im Laufe der weiteren Besprechungen wohl noch andere Anhaltspunkte finden lassen.

Wir haben nun zu untersuchen, ob die soeben entwickelte Reihenfolge nicht eine wesentliche Aenderung erleidet, wenn man die grossen Anstalten ausscheidet, da es sich bei diesen um eine Mortalitätsziffer von über 3000, also mehr als 7 % handelt.

Nach erfolgter Elimination erhalten wir folgende in Tab. V enthaltene Zahlenreihe sammt der entsprechenden Curve.

Tabelle V.

Allgemeine Sterblichkeit in München 1875—80 nach Ausscheidung der Heil- und Pflegeanstalten.

Charakter der Strassen	Zahl	Einwohner	Todesfälle 1875—80 absolut	Todesfälle 1875—80 auf 100000 Lebende	Jahresdurchschnitt absolut	Jahresdurchschnitt auf 100000 Lebende
Col. 1	2	3	4	5	6	7
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse . .	39	53058	8692	**16373**	1448	**2729**
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal	17	10429	1744	**16722**	291	**2787**
III. Gr. Strassen mit alten Kanälen	77	50439	10334	**20488**	1722	**3414**
IV. Gr. Strassen ohne Kanäle	320	87155	20692	**23741**	3449	**3957**
Die ganze Stadt . .	353	201058	41462	**20621**	6910	**3437**

Digitized by Google

Curve II (Tab. V Col. 7).

Allgemeine Sterblichkeit nach Ausscheidung der Heil- und Pflegeanstalten.

I. Gruppe Strassen mit Sielen auf der Terrasse	II. Gruppe Strassen mit Sielen im Thal	III. Gruppe Strassen mit alten Kanälen	IV. Gruppe Strassen ohne Kanäle

4000, 3875, 3750, 3625, 3500, Mittel, 3375, 3250, 3125, 3000, 2875, 2750, 2625, 2500

Wenn wir diese Zahlen mit den ersten vergleichen, oder was noch übersichtlicher ist, wenn wir die dieser Tabelle (Columne 7) entsprechende Curve der ersten gegenüber halten, so sehen wir, dass der Gang der Curve im Grossen und Ganzen keine Aenderung erleidet, nur die Steilheit, mit der das Ansteigen erfolgt, wird modificirt. So wird die Differenz in den zwei Gruppen des Sielsystems eine weit geringere, hauptsächlich durch den Ausfall des Kinderspitals, das in die II. Gruppe fällt. Auch die Differenz zwischen der II. und III. Gruppe ist geringer, das Ansteigen ein allmählicheres, da in der III. Gruppe die Gebäranstalt sowie einige Kranken- und Pfründneranstalten die Sterblichkeitsziffer anschwellen lassen. Dagegen tritt in der IV. Gruppe eine geringe Erhöhung der Steilheit der Curve auf, weil in diesem Bezirke die Zahl der Todesfälle in den Anstalten im Verhältniss zu der Zahl derselben in den anderen Gruppen und zur Einwohnerzahl dieser Gruppe eine niedrige ist. Die Uebereinstimmung ist also im Ganzen eine befriedigende. —

Da wir uns nun in dieser Arbeit vorwiegend Rechenschaft darüber ablegen wollen, inwiefern der B o d e n und seine Rein-

Digitized by Google

erhaltung auf den Gesundheitszustand wirken kann, und nach dem jetzigen Stande unserer Anschauungen in der Pathogenese vorzüglich einzelne **Infectionskrankheiten** hierdurch beeinflusst werden können, deren Entwicklung und Ausbreitung an die Entwicklung und Vermehrung von Keimen gebunden scheint, die mit den Abfallstoffen des menschlichen Haushalts in den Boden, in die Luft gelangen, oder für welche der mit solchen Stoffen verunreinigte Boden ein günstiges Substrat abgibt, so haben wir von diesen Gesichtspunkten aus auch das Verhalten der **Infectionskrankheiten** untersucht und gelangten hierbei zu folgendem Bilde.

Tabelle VI.

Sterblichkeit an zymotischen Krankheiten in München 1875—80.

Charakter der Strassen	Zahl	Einwohner	Todesfälle 1875—80 absolut	Todesfälle 1875—80 auf 100000 Lebende	Jahresdurchschnitt absolut	Jahresdurchschnitt auf 100000 Lebende
Col. 1	2	3	4	5	6	7
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse . .	39	53329	771	**1444**	128	**241**
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal	17	10546	166	**1574**	28	**262**
III. Gr. Str. m. alten Kanälen	77	52042	858	**1648**	143	**275**
IV Gr. Str. ohne Kanäle .	320	90606	1760	**1942**	293	**324**
Die ganze Stadt . .	453	206587	3555	**1728**	592	**228**

Curve III (Tab. VI Col. 7).

Sterblichkeit an zymotischen Krankheiten.

I. Gruppe Strassen mit Sielen auf der Terrasse | II. Gruppe Strassen mit Sielen im Thal | III. Gruppe Strassen mit alten Kanälen | IV. Gruppe Strassen ohne Kanäle

325 · 300 · Mittel · 275 · 250

Ein Studium der Tabelle und der dieselbe (Columne 7) versinnlichenden Curve führt zu ganz analogen Resultaten, wie sie sich

Digitized by Google

bei der allgemeinen Sterblichkeit ergaben. Die beiden ersten Gruppen der besielten Strassen sind am günstigsten in ihren Sterblichkeitsverhältnissen situirt, dann folgen die Strassen mit alten Kanälen, dann die ohne Kanäle. Hier erhielt jedoch das Bild durch Elimination der Anstalten ein etwas anderes Gepräge.

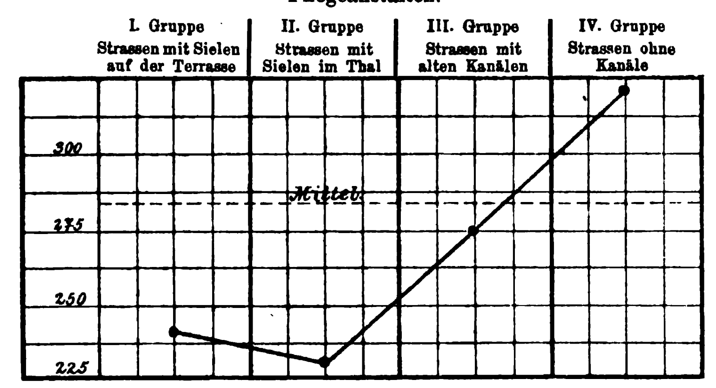
Tabelle VII.

Sterblichkeit an zymotischen Krankheiten in München nach Ausscheidung der Heil- und Pflegeanstalten.

Charakter der Strassen	Zahl	Einwohner	Todesfälle 1875—80 absolut	Todesfälle 1875—80 auf 100000 Lebende	Jahresdurchschnitt absolut	Jahresdurchschnitt auf 100000 Lebende
Col. 1	2	3	4	5	6	7
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse . .	39	53085	768	**1446**	128	**241**
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal	17	10429	144	**1380**	26	**230**
III. Gr. Str. m. alten Kanälen	77	50439	833	**1651**	139	**275**
IV. Gr. Str. ohne Kanäle .	320	87155	1686	**1934**	281	**322**
Die ganze Stadt . .	453	201058	3431	**1706**	572	**284**

Curve IV (Tab. VII Col. 7).

Sterblichkeit an zymotischen Krankheiten nach Ausscheidung der Heil- und Pflegeanstalten.



Die Curve IV, die sich uns jetzt präsentirt und die abermals der Columne 7 von Tabelle VII entspricht, lässt zwar auch die beiden besielten Gruppen als die günstigsten erscheinen, der Unterschied ist jedoch der, dass die II. Gruppe (besielte Strassen im

Digitized by Google

Thal) die geringste Mortalität besitzt, dass ferner die Mortalität in der III. und IV. Gruppe viel steiler ansteigt. Wenn man also der Reinhaltung des Bodens wirklich einen Einfluss auf die Verminderung der zymotischen Krankheiten zuschreiben will, so haben wir in diesem Befunde zum mindesten keinen Widerspruch; der Unterschied zwischen den Strassengruppen der beiden Sielsysteme ist auch so geringfügig, dass auf denselben kein Gewicht gelegt werden kann.

Eines könnte auch bei Würdigung der Ergebnisse dieser zwei resp. vier Tabellen hervorgehoben werden: man könnte verlangen, es sollte die Dichtigkeit und die Wohlhabenheit der Bevölkerung auch mit in Betracht gezogen werden. Leider verfüge ich in dieser Richtung nicht über das nöthige Material. Man könnte vielleicht der Frage nach der Dichtigkeit in der Weise nahe treten, dass man die Einwohnerzahl berücksichtigte, die in den einzelnen Strassencomplexen je auf ein Haus entfällt. Wenn wir diese Berechnung vornehmen, so erhalten wir:

Tabelle VIII.

Charakter der Strassen	Zahl	Einwohner 1875	Einwohner 1880	Häuser 1875	Häuser 1880	Auf ein Haus entfallen Einwohner 1875	1880	im Mittel
Col. 1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse	17	50528	55589	1474	1659	34,3	33,4	33,8
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal . . .	39	10569	10290	389	396	27,2	26,0	26,5
III. Gr. Strassen mit alten Kanälen . .	77	48566	52314	1932	2044	25,1	25,5	25,3
IV. Gr. Strassen ohne Kanäle	320	71507	100877	3885	4652	18,4	21,6	20,1
Die ganze Stadt . .	453	181170	219070	7680	8751	23,5	25,0	24,3

Diese Zahlen sind in keinerlei Weise mit den Sterblichkeitsdaten in Einklang zu bringen. Während die Sterblichkeit in den Gruppen III und IV die grösste ist, ist die Einwohnerzahl, die hier auf ein Haus entfällt, die geringste, und umgekehrt bei Gruppe I und II. Aber es ist dabei zu beachten, dass diese Zahlen eben nicht den richtigen Ausdruck der Bevölkerungsdichtigkeit geben,

Digitized by Google

solange nicht die *Grösse* der Häuser und der einzelnen Räume bekannt ist. Die geringe Zahl der Hauseinwohner in Gruppe IV erklärt sich zum Theil daraus, dass sich in diesen Strassen eine Menge sehr kleiner Häuser befindet, die von einer ärmeren Bevölkerung *recht dicht* bevölkert sind. Die hohe Zahl in Gruppe IV hat wieder darin ihren Grund, dass hier die neuen grossen, vielstöckigen Häuser und Miethkasernen sich befinden, die eine viel grössere Anzahl von Menschen beherbergen können, ohne dass die letzteren so zusammengedrängt sind, wie in den kleineren, oft übervölkerten Häusern.

Es sei an dieser Stelle auch ein kleiner Beitrag zur Frage nach der Wohlhabenheit geliefert, der vielleicht klar macht, dass die Differenzen in den Mortalitätsverhältnissen *nicht* allein auf die verschieden grosse Wohlhabenheit der Bewohner der einzelnen Strassengruppen bezogen werden können. Wir können die 19 Bezirke, in welche die Stadt München eingetheilt ist, nach unseren vier Strassengruppen zusammenstellen und erhalten dann folgende Eintheilung, die freilich nur als eine annähernde anzusehen ist.

I. Gruppe, Strassen mit Sielen auf der Terrasse, entspricht: Bezirk V. VI. IX.
II. „ „ „ „ im Thal, entspricht: Bezirk I.
III. „ „ „ alten Kanälen, entspricht: Bezirk II. III. IV. XII. XVI.
IV. „ „ ohne Kanäle, entspricht: Bezirk VII. VIII. X. XI. XIII. XIV. XV. XVII. XVIII. XIX.

Für die Wohlhabenheit haben wir nun einen indirecten Maassstab an dem Verhältniss der Dienstboten zur Gesammtbevölkerung des Bezirkes[1]). Je grösser die Wohlhabenheit, desto grösser die Zahl derjenigen Bevölkerungsklasse, die dazu bestimmt ist, für die Bequemlichkeit der Menschen zu sorgen. Wir bringen diese Verhältnisszahlen in *absteigender* Reihenfolge geordnet zum Ausdruck, und zwar sowohl mit Rücksicht auf beide Geschlechter gemeinschaftlich (erste Reihe) als auch mit Rücksicht auf das *weibliche* Geschlecht im Besonderen (zweite Reihe). Gerade in letzterer Reihe kommt das Wohlstandsverhältniss am treffendsten zum Ausdruck.

1) Mittheilungen des statist. Bureaus der Stadt München Bd. 2 S. 123.

Digitized by Google

Tabelle IX.

Reihenfolge für die procentuale Vertheilung der Dienstboten nach Stadtbezirken.

Absteigende Reihe des procentualen Verhältnisses der Dienstboten zur Einwohnerzahl des Bezirks:

für beide Geschlechter . . . . . IV. VI. I. III. V. II. XII. XIII. || IX. VIII. XI. X. XVI. XVII. VII. XIV. XVIII. XIX. XV. Bezirk;

für das weibliche Geschlecht allein . IV. I. VI. V. III. XII. II. XIII || IX. VIII. XI. X. XVI. VII. XVII. XIV. XVIII. XIX XV. Bezirk.

Der senkrechte Doppelstrich trennt jene Bezirke, deren Procentantheile über dem Mittel der ganzen Stadt stehen, von den übrigen.

Da sehen wir, dass wohl die Strassengruppen I und II über dem Mittel stehen, nicht minder aber auch die Gruppe III, die sogar den nach dieser Auffassung reichsten, vierten Bezirk in sich schliesst. Trotzdem aber ist diese Gruppe mit Rücksicht auf die allgemeine Sterblichkeit und die Sterblichkeit an zymotischen Krankheiten weit schlechter bestellt als die I. und II. Gruppe. Wir wollen diese Wohlstandsverhältnisse der vier Strassengruppen auch für die späteren Verhältnisse im Auge behalten. —

Bei allen Untersuchungen, wo es sich um Mortalitätsverhältnisse handelt, muss der Kindersterblichkeit besondere Beachtung geschenkt werden. Wissen wir ja, dass durch sie die Mortalitätsziffer in einzelnen Städten, zu denen leider auch München gehört, ganz wesentlich beeinflusst wird. Es wurden deshalb sämmt liche Todesfälle, soweit sie Kinder bis zu einem Jahre betrafen, nach den bereits angedeuteten Grundsätzen gruppirt. Ich will nicht verhehlen, dass die hier zur Anwendung gebrachte Berechnung (auf die Gesammtzahl der Lebenden) nicht der richtige Ausdruck der Kindersterblichkeit ist, dass vielmehr eine Beziehung zu den Geburten hätte hergestellt werden sollen. Es waren nicht die Schwierigkeiten, eine genaue Statistik der Geburten nach Häusern herzustellen, die mich davon abgehalten haben, sondern die Absicht, analoge Verhältnisse zum Vergleich mit den anderen Tabellen zu erhalten und durch diese Berechnung vor allem die allgemeine Sterblichkeit zu rectificiren. Hervorgehoben sei noch, dass hier

Digitized by Google

die Differenz in den Zählungsresultaten (einmal nach Häusern, sodann nach den jährlichen Veröffentlichungen des statistischen Bureaus) kaum 1 % betrugen. Fassen wir also die Resultate wieder in eine resp. zwei Tabellen zusammen, so erhalten wir:

Tabelle X.

Kindersterblichkeit in München 1875—80.

Charakter der Strassen	Zahl	Einwohner	Todesfälle 1875—80		Todesfälle Jahresdurchschnitt	
			absolut	auf 100000 Lebende	absolut	auf 100000 Lebende
Col. 1	2	3	4	5	6	7
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse . .	39	53329	3764	**7049**	627	**1175**
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal	17	10546	705	**6685**	117	**1114**
III. Gr. Strassen mit alten Kanälen	77	52042	4933	**9478**	822	**1579**
IV. Gr. Strassen ohne Kanäle	320	90606	10586	**11683**	1764	**1947**
Die ganze Stadt . .	453	206587	19988	**9675**	3331	**1612**

Curve V (Tab. X Col. 7).

Kindersterblichkeit.

Beide Tabellen und die denselben (Columne 7) entsprechenden Curven V und VI fügen sich harmonisch in das bisher entrollte

Digitized by Google

Tabelle XI.

Kindersterblichkeit in München 1875—80 nach Ausscheidung der Heil- und Pflegeanstalten.

Charakter der Strassen	Zahl	Einwohner	Todesfälle 1875—80 absolut	Todesfälle 1875—80 auf 100000 Lebende	Jahresdurchschnitt absolut	Jahresdurchschnitt auf 100000 Lebende
Col. 1	2	3	4	5	6	7
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse . .	39	53085	3764	**7090**	627	**1181**
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal	17	10429	674	**6462**	112	**1077**
III. Gr. Strassen mit alten Kanälen	77	50439	4600	**9119**	766	**1519**
IV. Gr. Strassen ohne Kanäle	320	87155	10552	**12107**	1759	**2018**
Die ganze Stadt . .	453	201058	19590	**9742**	3265	**1624**

Curve VI (Tab. XI Col. 7).

Kindersterblichkeit nach Ausscheidung der Heil- und Pflegeanstalten.

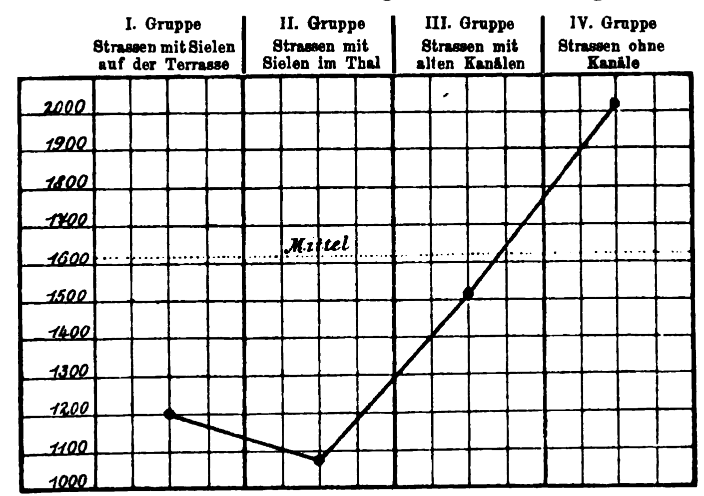


Bild ein; wieder sind es die beiden ersten, besielten Strassengruppen, die welche geringste, die beiden letzten mit schlechten Kanälen versehenen oder nicht kanalisirten Gruppen, welche die höchste Mortalität besitzen; eine Ausscheidung der Anstalten, die vorwiegend auf Gruppe II (Kinderspital) und Gruppe III (Gebär-

Digitized by Google

Tabelle XII.

Reihenfolge der Geburtsziffer von München nach Stadtbezirken.

Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1875	XVIII	VII	XIV	XVI	VIII	XV	IX	XVII	X	XI	XIII	II	III	XII	VI	I	V	IV
1876	XVIII	VII	XV	X	XIV	XVI	XI	VIII	XVII	XIII	IX	XII	VI	II	I	III	V	IV
1877[1]	VII	XVIII	X	XV	XIV	XVI	XI	III	VIII	XVII	IX	VI	XII	XIII	II	I	V	IV
1878[1]	VII	X	XVIII	XV	XIV	XI	XVI	XVII	III	VIII	IX	XII	VI	XIII	II	I	V	IV
1879[1]	VII	X	XVIII	XI	XV	XVI	III	VIII	XIV	XII	IX	VI	XVII	II	XIII	I	V	IV

1) Der XIX. Bezirk, die Vorstadt Sendling umfassend, wurde erst 1877 geschaffen und ist deshalb nicht in diese Reihen aufgenommen; seine Geburtsziffer ist eine der höchsten, so dass er sich 1877 und 1879 an zweiter, 1878 an dritter Stelle befindet.

anstalt) fallen, lässt die Mortalität in der IV. Gruppe besonders steil ansteigen.

Mit Sicherheit geht jedenfalls aus den hier erörterten Verhältnissen hervor, dass die Kanalisation nicht in der Weise mit der Kindersterblichkeit in Zusammenhang gebracht werden kann, wie dies von mancher Seite gethan wurde: als würde durch sie besonders die Diarrhöe verbreitet, jene Krankheit oder auch nur jenes Krankheitssymptom, das in der Rubrik der Todesursachen bei Kindern eine so grosse Rolle spielt.

Einige Beziehungen zwischen Kindersterblichkeit und Kinderreichthum der einzelnen Strassengruppen seien noch hervorgehoben. Es liegt ja nahe anzunehmen, dass in den kinderreichsten Districten die grösste, in den kinderarmen die geringste Kindersterblichkeit herrschen müsse. Ich habe auf S. 391 darauf hingewiesen, dass unsere vier Strassengruppen nach Stadtbezirken sich zusammenstellen lassen. Dem entsprechend zeigten die Gruppen folgende annähernde Zusammensetzung:

I. Gruppe, Strassen mit Sielen auf der Terrasse, Bezirk: V. VI. IX.

II. Gruppe, Strassen mit Sielen im Thal, Bezirk: I.

III. Gruppe, Strassen mit alten Kanälen, Bezirk: II. III. IV. XII. XVI.

IV. Gruppe, Strassen ohne Kanäle, Bezirk: VII. VIII. X. XI. XIII. XIV. XV. XVII. XVIII. XIX.

Digitized by Google

Für die Jahre 1875—79 liegt in diesen Bezirken die sog. Geburtsziffer, d. h. das Verhältniss der Lebendgeborenen auf je 1000 Einwohner des Bezirkes, vor; gruppirt man diese Bezirke mit Rücksicht auf die Höhe der Geburtsziffer in abnehmender Ordnung, so erhält man für die einzelnen Jahre vorstehende Reihenfolge, die auf Tab. XII ersichtlich ist.

Die arabischen Ziffern der ersten Columne geben die Reihenfolge an, die römischen Ziffern sind die Nummern der Stadtbezirke, die Doppelstriche trennen jene Bezirke, deren Procentantheile über dem Mittel der ganzen Stadt stehen, von den übrigen. Der Parallelismus ist unverkennbar. Dort, wo die Geburtsziffer unter dem Mittel bleibt, wie in Gruppe I, II und III, erreicht auch die Kindersterblichkeit das Mittel nicht.

Bei Gruppe III erreicht jedoch die Mortalitätsziffer eine etwas unverhältnissmässige Höhe, denn gerade in diese Gruppe fällt ein Bezirk, der in Folge seiner socialen und confessionellen Verhältnisse eine sehr niedrige Kindersterblichkeit hat, die also dann von einer viel höheren der anderen Bezirke compensirt werden muss.

Wir können aber jetzt noch einmal zurückgreifen auf die Gesammtsterblichkeit und diese nach Ausscheidung der Kinder unter einem Jahre betrachten. Der Einfachheit halber wollen wir hier gleich die Ausscheidung der Heil- und Pflegeanstalten vornehmen. Wir erhalten dann nachstehende Tabelle und Curve:

Tabelle XIII.

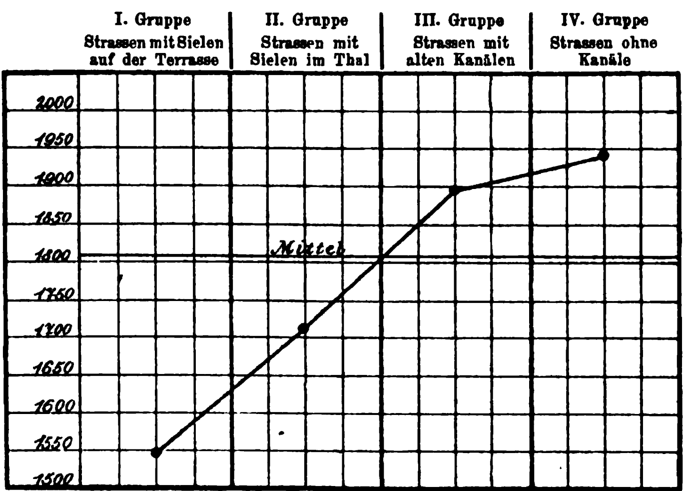
Allgemeine Sterblichkeit in München nach Ausscheidung der Kindersterblichkeit.

Charakter der Strassen	Zahl	Einwohner	Todesfälle 1875—80 absolut	Todesfälle 1875—80 auf 100000 Lebende	Jahresdurchschnitt absolut	Jahresdurchschnitt auf 100000 Lebende
Col. 1	2	3	4	5	6	7
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse . .	39	53058	4928	**9287**	821	**1548**
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal	17	10429	1070	**10259**	178	**1710**
III. Gr. Strassen mit alten Kanälen	77	50439	5734	**11368**	956	**1895**
IV. Gr. Str. ohne Kanäle	320	87155	10140	**11634**	1690	**1939**
Die ganze Stadt . .	453	201058	21872	**10878**	3645	**1813**

Digitized by Google

Curve VII (Tab. XIII Col. 7).

Allgemeine Sterblichkeit excl. Kinder im ersten Jahre.



Das so gewonnene Resultat, besonders auch, wie es uns in der der Columne 7 entsprechenden Curve VII entgegentritt, zeigt vor allem, dass die Reihenfolge der Mortalitätsziffern durchaus nicht alterirt wird; während jedoch der Gegensatz zwischen Gruppe III und IV ein viel schwächerer wird, tritt eine etwas grössere Differenz zwischen den beiden Gruppen I und II auf. Da dieser Gegensatz, dieses Ansteigen nicht durch die zymotischen Krankheiten bedingt sein kann (vgl. Curve IV), so dürfte wohl hier an Tuberculose zu denken sein; doch können wir diese Frage nicht weiter verfolgen. Immerhin ist aber die Differenz zwischen Gruppe III und IV zusammen genommen (Strassen mit alten Kanälen und nicht kanalisirte Strassen) und Gruppe I und II zusammen genommen (besielte Strassen) grösser als zwischen den einzelnen Gruppen I und II oder III und IV; das Resultat ist also jedenfalls ein solches, dass es die an die frühere Darstellung der Mortalitätsverhältnisse (Tab. IV und V, Curve I und II) geknüpften Schlussfolgerungen nicht aufhebt, sondern nur noch besser begründet. —

Bei einer Infectionskrankheit wurden in neuerer Zeit besonders auffallende Beziehungen zwischen ihrer Ausbreitung und der Kanalisation gesucht, bei der Diphtheritis. Wohl kaum mit Recht, da nach den jetzt geltenden Anschauungen von der Art und Weise der Ueber-

Digitized by Google

tragung dieser Infectionskrankheit ganz andere Momente maassgebend sein müssen. Auch München wird in neuerer Zeit, wie viele andere Städte, ziemlich stark von Diphtheritis heimgesucht und es lag deshalb nahe, die Untersuchung auch auf diese Krankheit auszudehnen. Die statistische Zusammenstellung lieferte folgende Zahlenreihen und Curven:

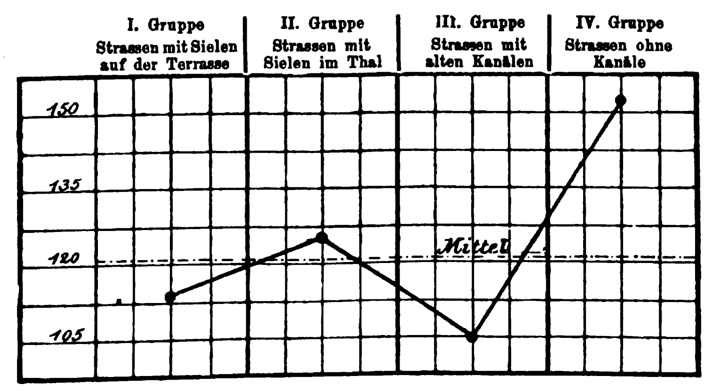
Tabelle XIV.

Diphtheritismortalität in München 1875—80.

Charakter der Strassen	Zahl	Einwohner	Todesfälle 1875—80 absolut	Todesfälle 1875—80 auf 100000 Lebende	Jahresdurchschnitt absolut	Jahresdurchschnitt auf 100000 Lebende
Col. 1	2	3	4	5	6	7
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse . .	39	53329	366	**685**	61	**114**
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal	17	10546	79	**749**	13	**125**
III. Gr. Strassen mit alten Kanälen	77	52042	329	**632**	55	**105**
IV. Gr. Strassen ohne Kanäle	320	90606	827	**912**	138	**152**
Die ganze Stadt . .	453	206587	1601	**775**	267	**129**

Curve VIII (Tab. XIV Col. 7).

Sterblichkeit an Diphtheritis.



Wir fügen sogleich die Zahlen und Curve an, die nach Ausscheidung der Anstalten gewonnen wurden.

Digitized by Google

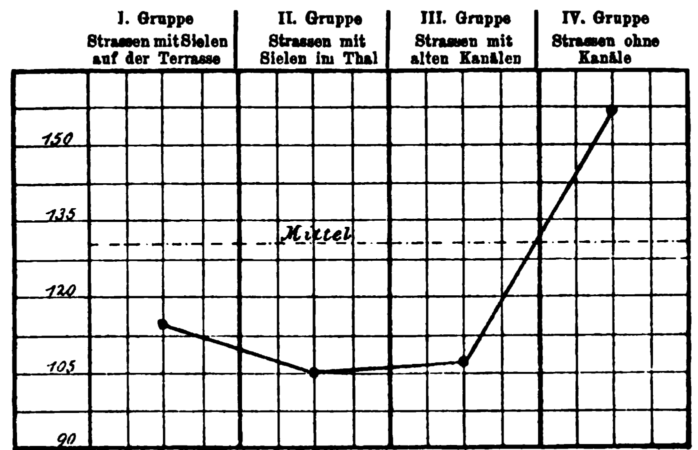
Tabelle XV.

Diphtheritismortalität in München 1875—80 nach Ausschluss der Heil- und Pflegeanstalten.

Charakter der Strassen	Zahl	Einwohner	Todesfälle 1875—80 absolut	Todesfälle 1875—80 auf 100000 Lebende	Jahresdurchschnitt absolut	Jahresdurchschnitt auf 100000 Lebende
Col. 1	2	3	4	5	6	7
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse . .	39	53058	366	689	61	115
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thale	17	10429	66	632	11	105
III. Gr. Strassen mit alten Kanälen	77	50439	326	646	54	107
IV. Gr. Strassen ohne Kanäle	320	87155	825	946	137	157
Die ganze Stadt . .	453	201058	1583	787	264	131

Curve IX (Tab. XV Col. 7).

Sterblichkeit an Diphtheritis nach Ausscheidung der Heil- und Pflegeanstalten.



Vor allem ersehen wir aus diesen Zahlen und den beiden Curven VIII und IX, dass weitaus die grösste Sterblichkeit an Diphtheritis in den Strassen der IV. Gruppe sich findet. Ferner tritt in überaus lehrreicher Weise die Nothwendigkeit der bisher geübten Praxis hervor, die Anstalten auszuscheiden. Durch das in Gruppe II gelegene Kinderspital, in welchem eben auch auswärtige Kinder Aufnahme finden, wurde die Diphtheritiscurve (Curve VIII) in

Digitized by Google

dieser Gruppe zu einer Höhe emporgeschnellt, die ihr nicht gebührt. Wir sehen, dass sich die ersten drei Gruppen fast gleich verhalten in Bezug auf die Diphtheritissterblichkeit, und das aus sehr triftigen und zum Theil bereits erörterten Gründen. Die Diphtheritis, eine Krankheit des Kindesalters, wird dort am häufigsten sein, wo eben die meisten Kinder sind. Wenn wir uns nun die vergleichenden Untersuchungen von S. 395 Tab. XII ins Gedächtniss zurückrufen, so werden wir erkennen, dass diese drei ersten Gruppen zu den kinderärmeren gehören; es gehören hierher die Bezirke, deren Geburtsziffern fast sämmtlich unter dem Mittel liegen, während die vier anderen über das Mittel sich erhebenden Bezirke von der IV. Gruppe umfasst werden. Auch liess sich ferner mit ziemlicher Entschiedenheit ein nachtheiliger Einfluss der Kanalisation resp. Bodendrainage zurückweisen; denn die grösste Diphtheritissterblichkeit herrscht in den nicht kanalisirten, nicht drainirten Strassengruppen, wenn sie auch nicht durch diese Verhältnisse bedingt, oder ausschliesslich bedingt sein kann. —

Wir haben bisher eines Krankheitsprocesses nicht gedacht, der von jeher mit der Frage der Bodenverunreinigung und den Feuchtigkeitsverhältnissen des Bodens in innigen Zusammenhang gebracht worden war, des Abdominaltyphus. Es geschah dies mit Absicht, da es hierbei besonderer Erörterungen bedarf. Es ist seit den Untersuchungen Buhl's, Pettenkofer's, Port's u. A. als entschieden zu betrachten, dass der Typhus einer besonderen örtlichen Disposition bedarf, dass er bestimmte Localitäten heimsucht, und gerade für München sind durch die genannten Forscher diese Localitäten ziemlich bekannt. Ein Blick auf das geologische Profil gibt uns schon Aufschluss darüber, wo wir die grösste Typhusfrequenz zu suchen haben; das Thal und vielleicht auch ein Theil der Terrasse (gegen ihren Abfall zu und über der Flinzmulde) werden vorwiegend von Typhus heimgesucht sein, während wir uns die ganze Hochfläche und wohl den grösseren Theil der Terrasse als immun oder wenigstens relativ immun denken können. So ist dies auch constatirt worden, und muss dieses Verhältniss in seinem Princip bestehen bleiben, ob nun auch sanitäre Reformen eingeführt worden sind, die vielleicht zur Beseitigung des Typhus

Digitized by Google

beitragen können. Es kann wohl der Fall eintreten, dass sich in Folge derselben die Typhusfrequenz herabmindert; aber der frühere Typhusherd wird wohl stets eine relativ höhere Typhusfrequenz zeigen.

Dies vor Augen habend, wollen wir nun die Typhusmortalität in Betracht ziehen.

Tabelle XVI (Curve X Tafel IV).

Typhusmortalität in München 1875—80.

Charakter der Strassen	Zahl	Einwohner	Todesfälle an Typhus 1875—80 absolut	Todesfälle an Typhus 1875—80 auf 100000 Lebende	Jahresdurchschnitt absolut	Jahresdurchschnitt auf 100000 Lebende
Col. 1	2	3	4	5	6	7
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse . .	39	53329	175	327	29	54,5
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal	17	10546	53	502	9	83,7
III. Gr. Strassen mit alten Kanälen	77	52042	300	576	50	96
IV. Gr. Strassen ohne Kanäle	320	90606	378	417	63	69,5
Die ganze Stadt . .	453	206587	906	438	151	73

Tabelle XVII (Curve XI Tafel IV).

Typhusmortalität in München 1875—80 nach Ausscheidung der Heil- und Pflegeanstalten.

Charakter der Strassen	Zahl	Einwohner	Todesfälle an Typhus 1875—80 absolut	Todesfälle an Typhus 1875—80 auf 100000 Lebende	Jahresdurchschnitt absolut	Jahresdurchschnitt auf 100000 Lebende
Col. 1	2	3	4	5	6	7
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse . .	39	53085	175	329	29	55
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal	17	10429	51	489	8,5	81,5
III. Gr. Strassen mit alten Kanälen	77	50439	294	584	49	97
IV. Gr. Strassen ohne Kanäle	320	87155	343	393	57	65
Die ganze Stadt . .	453	201058	863	430	144	72

Digitized by Google

Die Curven X und XI auf Tafel IV (entsprechend den Columnen 7 der beiden Tabellen) zeigen den niedrigsten Stand der Typhusmortalität in Gruppe I (besielte Strassen auf der Terrasse); von da steigt die Mortalität ziemlich steil zur Gruppe II (besielte Strassen im Thal), um in etwas langsamerem Gange den Höhepunkt in Gruppe III (Strassen mit alten Kanälen, zum grossen Theil auch im Thal gelegen) zu erreichen; von da folgt dann ein ziemlich rascher Abfall nach Gruppe IV (nicht kanalisirte Strassen, zumeist auf der Terrasse und der Hochfläche gelegen), ohne dass jedoch die niedrige Mortalitätsziffer von Gruppe I erreicht würde. Nach dem, was den beiden Tabellen vorausgeschickt wurde, wird das Resultat derselben keineswegs überraschen. Die höchste Typhusfrequenz zeigen also Gruppe II und III, Strassencomplexe, die zum grossen Theil gemeinschaftliche, gleichartige, die Typhusausbreitung begünstigende Bodenverhältnisse besitzen. In dem Thal haben wir einen Boden, der durch seine tiefe Lage eine mangelhafte Entwässerung besitzt, wo zugleich das Grundwasser der Oberfläche sich bedeutend nähert. Die geringste Frequenz haben Gruppe I und IV, die wieder analoge Terrain-, analoge Untergrundverhältnisse besitzen, jedoch von einer dem Typhus minder günstigen Eigenartigkeit. Es wäre nun voreilig, aus dem eigenthümlichen Gang der Curve allein, speciell aus dem Umstande, dass die beiden besielten Strassengruppen doch wieder günstigere Verhältnisse darbieten als die beiden dem Bodencharakter nach ihnen jeweilig entsprechenden unbesielten oder mit alten, schlechten Kanälen versehenen, einen günstigen Einfluss der Besielung herauslesen zu wollen. Aber wir haben noch einiges Material, um der Entscheidung dieser Frage recht nahe zu kommen.

So wie für die Jahre 1875—80 stehen mir auch für die Jahre 1866—80 Verzeichnisse der Typhusmortalität nach einzelnen Strassen resp. Häusern zur Verfügung. Es lag nun nahe, einen Vergleich zwischen diesen beiden Perioden zu unternehmen. So konnte vielleicht darüber Aufklärung verschafft werden, ob der Typhus überhaupt in Abnahme begriffen sei und ob diese Abnahme sich gleichmässig über das ganze Stadtgebiet erstreckt.

Da die Anzahl der Typhustodesfälle der Jahre 1866—80 (einer Periode von 15 Jahren) bekannt ist, so lässt sich daraus

Digitized by Google

berechnen, wie viel Todesfälle in 6 Jahren hätten erfolgen müssen, wenn die Sterblichkeitsziffer dieselbe geblieben wäre. Diese berechnete Sterblichkeit lässt sich dann in Vergleich stellen mit den für die Jahre 1875—80 wirklich gefundenen Werthen. Wir wollen diese Zusammenstellung vornehmen mit sofortiger Eliminirung der Kranken- und Heilanstalten.

Wir erhalten auf diese Weise folgendes Zahlenverhältniss:

Tabelle XVIII.

Typhusmortalität in München 1866—80 und 1875—80.

Charakter der Strassen	Zahl	Typhustodesfälle			Herabminderung des Typhus in den Jahren 1875—80 gegenüber 1866—80	
		1866—80	für 6 Jahre aus 1866—80 berechnet	1875—80 constatirt	absolut	in Procenten d. 1866—80er Frequenz
Col. 1	2	3	4	5	6	7
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse . .	39	563	225	175	50	22,2
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal	17	214	86	51	35	40,7
III. Gr. Strassen mit alten Kanälen	77	821	328	296	32	9,7
IV. Gr. Str. ohne Kanäle	320	952	381	339	42	11,0
Die ganze Stadt . .	453	2550	1020	861	159	15,6

Diese Tabelle liesse ein höchst befriedigendes und wir können wohl sagen, fast überraschendes Resultat zu Tage treten. Wenn wir berechnen, wie gross die Typhusmortalität in den letzten 6 Jahren hätte sein müssen, wenn der Typhus in derselben Häufigkeit aufgetreten wäre wie in den letzten 15 Jahren insgesammt, so finden wir (Columne 7), dass die thatsächlich constatirte Anzahl der Todesfälle um 15,6 % hinter dieser berechneten zurückbleibt. Diese allgemeine Abnahme könnte jedoch in gewissen allgemeinen Verhältnissen, in dem Hochstand des Grundwassers, in den Fortschritten der Therapie, in der Abnahme des Typhus überhaupt, ihre Erklärung finden. Sie erfolgte jedoch in den einzelnen Strassengruppen sehr verschieden. Nun sind freilich alle vier Strassengruppen nicht direct mit einander vergleichbar, gerade mit Rücksicht auf den Typhus müssen wir auf das oben ausgeführte geologische Bild verweisen; aus demselben geht aber hervor, dass wir mit Rücksicht auf die Bodenbeschaffenheit wenigstens 2 Gruppen mit vollem Rechte einander parallelisiren können: Gruppe II und Gruppe III;

Digitized by Google

diese beiden haben gerade jene Eigenthümlichkeiten, die sie für Typhus so ausserordentlich geeignet machen (höchstens sind noch einzelne Strassen von Gruppe III günstiger situirt); und gerade bei diesen zwei Gruppen ist eine so wesentliche Differenz wahrzunehmen, dass die Abnahme des Typhus bei der Gruppe II die der Gruppe III um mehr als das Vierfache übersteigt; sie beträgt bei Gruppe III 9,7, bei Gruppe II dagegen 40,7 % der berechneten Frequenz. Da nun gerade bei Gruppe II die systematische Entwässerung und Drainirung zum allergrössten Theil in die Zeit vor der Periode 1875—80 fällt, so liegt es nahe, darin ein wesentliches Moment für dieses Vorkommniss zu suchen. Dabei haben wir der Periode **1875—80** die ganze Periode **1866—80** gegenübergestellt, in welcher ja schon die Besserung, die sich 1875—80 eingestellt hat, mit inbegriffen ist. Stellen wir nur die beiden Perioden **1866—75** und **1875—80** einander gegenüber, so sind die Differenzen noch bedeutender: die Abnahme beträgt dann bei Gruppe I 32,8%, bei Gruppe II 52,7%, bei Gruppe III 15,5%, bei Gruppe IV 16,9%, bei der ganzen Stadt 23,5% der aus der Frequenz von 1866—75 berechneten Mortalität.

Doch bevor wir eine solche Schlussfolgerung ziehen, ist es nöthig noch einen Factor ins Auge zu fassen, der in der oben angeführten Tabelle nicht zum Ausdruck kommt: die eventuelle Bevölkerungszunahme, die sich ja in den letzten 15 Jahren bedeutend geltend macht. Würde dieselbe gleichmässig in allen vier Gruppen erfolgt sein, so könnten wir sie vielleicht unbeachtet lassen, da sie dann das Resultat gleichmässig beeinflussen würde. Das ist aber nicht der Fall wie schon bei der Bevölkerungszunahme von 1875 zu 1880 (Tab. III) gesehen werden konnte. In noch viel grösserem Maassstabe zeigt sich dies im Zeitraum von 1866 bis 1880. Zudem ist 1877 die Vorstadt Sendling hinzugetreten, die auch in anderer Weise, mit Rücksicht auf die Terrainverhältnisse, das Bild alteriren muss.

Es blieb deshalb nichts anderes übrig, als in ähnlicher Weise, wie dies für die Periode 1875—80 geschah, auch für die Periode 1866—80 eine Durchschnittsbevölkerung zu berechnen; nur war diese Rechnung mit grösseren Schwierigkeiten verbunden. Es lagen mir nämlich nur bis zum Jahre 1871, in welchem ebenfalls eine Volks-

Digitized by Google

zählung stattgefunden hatte, die Daten bezüglich der einzelnen Häuser resp. Strassen vor; weiter nach rückwärts verfügte ich nur über die Zahlen der Gesammtbevölkerung. Es musste also die Bevölkerungsziffer der einzelnen Strassengruppen für die Jahre 1866—70 aus den vorliegenden Daten 1871—80 berechnet werden. Dies konnte entweder in der Weise geschehen, dass man von den absoluten Zahlen der einzelnen Strassengruppen ausging und aus den Schwankungen, die sie innerhalb der Periode 1871—80 zeigten, diejenige Zahl eruirte, welche man zur Interpolation benützen konnte; oder aber man berechnete, welchen Procentantheil an der Gesammtbevölkerung je eine dieser Strassengruppen in den verschiedenen Volkszählungsjahren darstellt, und versuchte auf diese Weise zu constatiren, welchen Procentsatz diese Strassengruppen in dem Volkszählungsjahre 1867 und sodann auch 1866 betrugen. Es schien mir diese Methode correcter, weil hierbei stets die in der Volkszählung wirklich gefundenen Bevölkerungsziffer (die Gesammtbevölkerung) zu Grunde gelegt ist, die nur für das Jahr 1866 durch Interpolation (zwischen 1861 und 1867) gefunden werden musste. Zur Berechnung selbst bediente ich mich der Methode der kleinsten Quadrate.

Es ist hier nicht der Ort, auf das Wesen dieser Methode einzugehen, welche die Aufgabe hat, die Summe der Fehlerquadrate zu einem Minimum zu machen und dadurch den gefundenen Werthen die grösste Wahrscheinlichkeit zu geben. Nur die Formel, welcher ich mich bediente, sei hier angeführt; sie lautet: $x = \frac{\Sigma a \, \Sigma ab - \Sigma b \, \Sigma a^2}{(\Sigma a)^2 - n \, \Sigma a^2}$.
Hierbei ist x der Werth, der für ein bestimmtes Jahr z. B. 1867 gesucht wird; a die Anzahl der Jahre, die zwischen dem Zeitpunkt, für den x zu bestimmen ist, und zwischen den einzelnen Jahren, von denen uns Bestimmungen vorliegen (1871. 1875. 1880), verflossen ist; in unserem Falle sind, von 1867 ausgehend, für a die Werthe 4, 8, 13 zu setzen. b ist sodann die beobachtete Zahl (bei uns das Procentverhältniss), die den jeweiligen Werthen von a entspricht; n die Anzahl der Beobachtungen resp. Werthe, in unserem Fall 3; Σ schliesslich das Zeichen dafür, dass von den sämmtlichen jeweilig vorhandenen Werthen von a oder b etc. die Summen ge-

Digitized by Google

nommen werden. Auf Grund dieser Berechnung erhalten wir folgende Zahlenwerthe. Die bei der Volkszählung direct gefundenen Werthe, im Gegensatz zu den berechneten, sind fett gedruckt.

Tabelle XIX. **Einwohnerzahl Münchens nach Strassengruppen.**

Jahr	I. Gr. Strassen mit Sielen auf d. Terrasse		II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal		III. Gr. Strassen mit alten Kanälen		IV. Gr. Strassen ohne Kanäle		Die ganze Stadt
	Procent der Gesammtbevölkerung	Einwohnerzahl	Procent der Gesammtbevölkerung	Einwohnerzahl	Procent der Gesammtbevölkerung	Einwohnerzahl	Procent der Gesammtbevölkerung	Einwohnerzahl	Einwohnerzahl
Col. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1866	29,09	41425	6,91	9840	29,9	42579	33,9	48560	142404
1867	28,8	41998	6,78	9887	29,6	43165	34,6	50799	**145829**
1871	**27,8**	**45372**	**6,11**	**9966**	**28,1**	**45910**	**37,9**	**61766**	**163014**
1875	**27,2**	**50841**	**5,74**	**10700**	**26,9**	**50003**	**40,1**	**74801**	**186345**
1880	**25,7**	**55943**	**4,78**	**10393**	**24,9**	**54082**	**44,6[1]**	**96960[1]**	**217378[1]**

Wir erhalten somit für die Bevölkerungsfluctuationen Münchens folgende Tabelle (die directen Volkszählungsresultate sind fett gedruckt):

Tabelle XX. **Einwohnerzahl Münchens nach Strassengruppen.**

Jahr	I. Gruppe Strassen mit Sielen auf der Terrasse	II. Gruppe Strassen mit Sielen im Thal	III. Gruppe Strassen mit alten Kanälen	IV. Gruppe Strassen ohne Kanäle	Gesammtbevölkerung der Stadt
Col. 1	2	3	4	5	6
1861					**125280**
1866	41425	9840	42579	48560	142404
1867	41998	9887	43165	50799	**145829**
1868	42841	9907	43851	53526	150125
1869	43685	9927	44537	56272	154422
1870	44528	9947	45223	59019	158718
1871	**45372**	**9966**	**45910**	**61766**	**163014**
1872	46739	10149	46933	65025	168847
1873	48107	10332	47956	68283	174680
1874	49474	10516	48979	71542	180512
1875	**50841**	**10700**	**50003**	**74801**	**186345**
1876	51862	10639	50819	79233	192551
1877	52882	10577	51634	90275[2])	205351[2])
1878	53902	10516	52450	95116[2])	211985[2])
1879	54923	10454	53266	99743[2])	218387[2])
1880	**55943**	**10393**	**54082**	**104484[2])**	**224902[2])**
Summe	724522	153750	721387	1078406	2678072
Jahresdurchschnitt für 1866—80	48301	10250	48092	71894	178538

1) Bei dieser Berechnung musste natürlich das 1877 zu München einbezogene Sendling vorerst eliminirt werden. 2) Hier ist Sendling mit eingerechnet.

Digitized by Google

Wir sehen hier noch viel schärfer, als in der Periode 1875—80 (Tab. III), die ungleichmässige Zunahme der Bevölkerung nach den 4 Strassengruppen ausgeprägt.

Tabelle XXI.

Charakter der Strassen	Zahl	Zunahme der Bevölkerung von 1866—80		
		absolut	in Procenten der Bevölkerungsziffer von 1866 der jeweiligen Strassengruppe	in Procenten der Zunahme der Gesammtbevölkerung
Col. 1	2	3	4	5
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse . .	39	14518	35	17,5
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal	17	553	5,6	0,67
III. Gr. Strassen mit alten Kanälen	77	11503	26,9	13,9
IV. Gr. Str. ohne Kanäle .	320	55924	115,1	67,7
Die ganze Stadt . .	453	82498	65,9	100

Während also die II. Strassengruppe (im Thal) fast gar keinen Zuwachs erhielt (1875—80 macht sich sogar eine Abnahme geltend, wie dies bei der centralen Lage leicht verständlich ist und seine Analogien in anderen grösseren Städten findet), ist sie in Gruppe III (Strassen mit alten Kanälen) und Gruppe I eine etwas bedeutendere. Die grösste Vermehrung, mehr als eine Verdoppelung, zeigt naturgemäss Gruppe IV (nicht kanalisirte Strassen) mit 115%; es fallen eben fast alle neuen Strassen in diese Gruppe.

Es erübrigt jetzt noch, die Bevölkerungsziffer festzustellen nach Ausschluss der Anstalten. Zu diesem Behufe wurde mit der Berechnung der Bewohnerzahl dieser Anstalten (im Procentverhältniss zur Einwohnerzahl) ebenso verfahren, wie oben bei der Berechnung der Einwohnerzahl der Strassengruppen und das so erhaltene Resultat von den Zahlen der Tab. XIX resp. XX subtrahirt. Wir geben hier die so berechneten Einwohnerzahlen nur für die Volkszählungsjahre, da ja die anderen durch Interpolation leicht gefunden werden können; sie weichen von den Zahlen der Tabellen XIX und XX nicht bedeutend ab, und könnten selbst etwaige Fehler nur einen höchst geringen Einfluss auf die späteren Berechnungen haben.

Digitized by Google

Tabelle XXII.

Einwohnerzahl Münchens 1866—80 nach Strassengruppen mit Ausscheidung der Heil- und Pflegeanstalten etc.

Jahr	I. Gruppe Strassen mit Sielen auf der Terrasse	II. Gruppe Strassen mit Sielen im Thal	III. Gruppe Strassen mit alten Kanälen	IV. Gruppe Strassen ohne Kanäle	Gesammtbevölkerung der Stadt
Col. 1	2	3	4	5	6
1866	41214	9719	41449	45552	137919
1867	41780	9768	42004	47745	141294
1871	45127	9858	44590	58601	158176
1875	50528	10569	48566	71507	181170
1880	55589	10290	52314	100877	219070
1866—80	720312	151997	700305	1029508	2602112
Jahresdurchschnitt für 1866—80	48021	10133	46687	68634	173474

An der Hand dieser Berechnungen können wir nun den Vergleich mit Rücksicht auf den Typhus wiederholen; wir müssen aber auch gleich eine Gruppe aus dem Vergleich ausschliessen; es ist dies die Gruppe IV. Der Bevölkerungszuwachs beträgt hier mehr als 115%, die Bevölkerung hat sich mehr als verdoppelt. Das wäre an sich noch nicht das Ausschlaggebende; aber das Terrain, der Boden, auf dem sich diese neue Bevölkerung zum Theil angesiedelt hat, sowie der in neuerer Zeit mit in die Stadt einbezogen wurde (Sendling), ist — für die Typhusausbreitung wenigstens — ein anderer, als der frühere. Während in den ersten Jahren die Bewohner der Gruppe IV hauptsächlich auf der Terrasse *B* vertheilt waren, nur wenige dem Thal *C* oder der Höhe *AA* angehörten (vgl. das Profil), ist jetzt ein relativ grosser Theil dieser Bevölkerung, vielleicht der relativ grössere Theil, auf die Höhe *AA* vertheilt, ein Theil hat sogar von der Lössauflagerung *D* Besitz ergriffen. Während wir also beim Vergleich der drei ersten Gruppen: besielte Strassen auf der Terrasse, besielte Strassen im Thal, dann Strassen mit Kanälen, für 1866—80 wie für 1875—80 immer dieselben Objecte, wenigstens dieselbe Bodenbeschaffenheit, vor uns haben, tritt in Gruppe IV (Strassen ohne Kanäle) mit den Jahren 1875—80 gegenüber den Jahren 1866—80 resp. 1866—75 ein neuer Factor in die Erscheinung, die andersartige

Digitized by Google

Bodenbeschaffenheit vieler der neuen Stadttheile, ein Factor, den wir nicht eliminiren können, der aber das Bild der Typhusausbreitung wesentlich alteriren muss. Die Hochfläche bei München ist, wie sich auch aus unseren Beobachtungen constatiren liess, gegen Typhus relativ immun; dasselbe gilt in noch höherem Maasse von der lössbedeckten Anschwellung im Osten. Es erübrigt demnach nichts, als diese IV. Gruppe entweder aus dem Vergleiche vollständig wegzulassen, oder wenigstens ihre Ausnahmsstellung stets im Auge zu behalten. Versuchen wir nun den Vergleich zu ziehen. Zuvor geben wir jedoch die Typhusmortalität Münchens der Jahre 1866—80 mit Rücksicht auf die Einwohnerzahl (s. umstehende Tabellen).

Wenn wir diese Zahlenreihen (resp. Curve XII und XIII auf Tafel IV entsprechend den Columnen 7) mit denen der Jahre 1875 bis 80 vergleichen, so finden wir bereits eine Eigenthümlichkeit, welche der Erklärung bedarf.

Sowohl in der Periode von 1866—80 als auch in der von 1875—80 haben Gruppe I und IV (die Strassen mit Sielen auf der Terrasse und die Strassen ohne Kanäle) die geringste Typhusmortalität. Mit Rücksicht auf den wiederholt hervorgehobenen, gemeinsamen Bodencharakter, den ein grosser Theil dieser Strassencomplexe besitzt, ist dies vollständig begreiflich; immerhin ist dabei noch zu beachten, dass die besielten Strassen eine noch niedrigere Typhusmortalität besitzen, was um so schwerer in die Wagschale fällt, als der Bodencharakter vieler der neuesten nicht besielten Strassen ein für die Entwicklung und Ausbreitung des Typhus noch weit weniger disponirter ist als der der Strassen von Gruppe I. Dagegen zeigen Gruppe II und III, die zumeist dem Thal angehörenden, und soweit sie alte Kanäle besitzen, auch noch auf der Terasse situirten Strassen, die höchste Typhusfrequenz, die doch jedenfalls auf diese Bodenverhältnisse zurückzuführen ist. Nur ein auffallender Umstand tritt hervor: eine Umkehrung in der Reihenfolge. Während für die Periode 1866—80 Gruppe II (die jetzt besielten Strassen im Thal) das Maximum aufweist, ist es in der Periode 1875—80 Gruppe III (die Strassen mit alten Kanälen), welche die höchste Frequenz zeigt. Wenn wir hierfür eine Erklärung suchen, so werden wir unwillkürlich dazu gedrängt,

Digitized by Google

Tabelle XXIII (Curve XII Tafel IV).

Typhusmortalität in München 1866—80.

Charakter der Strassen	Zahl	Einwohner	Todesfälle an Typhus 1866—80 absolut	Todesfälle an Typhus 1866—80 auf 100000 Lebende	Jahresdurchschnitt absolut	Jahresdurchschnitt auf 100000 Lebende
Col. 1	2	3	4	5	6	7
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse . .	39	48301	563	1165	38	77,6
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal	17	10250	216	2107	14	140,5
III. Gr. Strassen mit alten Kanälen	77	48092	834	1734	56	116
IV. Gr. Strassen ohne Kanäle	320	71894	1042	1449	69	96,6
Die ganze Stadt . .	453	178537	2655	1486	177	99

Tabelle XXIV (Curve XIII Tafel IV).

Typhusmortalität in München 1866—80 nach Ausscheidnng der Heil- und Pflegeanstalten.

Charakter der Strassen	Zahl	Einwohner	Todesfälle an Typhus 1866—80 absolut	Todesfälle an Typhus 1866—80 auf 100000 Lebende	Jahresdurchschnitt absolut	Jahresdurchschnitt auf 100000 Lebende
Col. 1	2	3	4	5	6	7
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse . .	39	48021	563	1172	38	78
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal	17	10133	214	2111	14	141
III. Gr. Strassen mit alten Kanälen	77	46687	821	1758	55	117
IV. Gr. Strassen ohne Kanäle	320	68634	952	1387	63,5	92
Die ganze Stadt . .	453	173474	2550	1469	170	98

einen Einfluss der Kanalisation, der Bodendrainage und Bodenreinigung anzunehmen. Die socialen, die baulichen Verhältnisse dieser beiden Strassengruppen sind annähernd dieselben geblieben, und es wäre vielleicht naturgemäss, wenn die Strassen mit den alten Kanälen, da ein Theil derselben doch auf der Terrasse liegt, günstigere Verhältnisse zeigen würden. Wenn also diese Umkehrung trotzdem erfolgt ist, so wird man wohl nicht mit Unrecht hiefür einen Grund in jener sanitären Reform sehen, die ihren vor-

Digitized by Google

wiegenden Effect in der Reinhaltung und Drainirung des Bodens besitzt, und deren Vollendung (1872) kurz vor jene Periode fällt, die jene günstigen Resultate zu Tage gefördert hat. Es wird dieser wohlthätige Einfluss noch klarer, wenn wir den Vergleich in quantitativer Beziehung durchführen, wenn wir uns fragen, wie viel die Herabminderung der Typhusmortalität in der Periode 1875—80 gegenüber jener der Periode 1866—80 beträgt. Wir stellen den Vergleich in der Weise an, dass wir aus den Tabellen XVI und XXIII, sowie aus den Tabellen XVII und XXIV die dort aufgeführten Werthe der relativen Typhusmortalität und zwar den Werth des jährlichen Durchschnitts (Columne 7) entnehmen. Diese Werthe sind für die Periode 1875—80 sämmtlich geringer als für die Periode 1866—80, entsprechend der Herabminderung des Typhus. Die Grösse dieser Differenz nun bringen wir in Verhältniss zu den für 1866—80 gefundenen Werthen und erhalten auf diese Weise die mit einander vergleichbaren Werthe für die Herabminderung des Typhus nach den einzelnen Strassengruppen, die wir in folgenden zwei Tabellen zusammenfassen.

Tabelle XXV (Curve XIV Tafel IV).

Herabminderung der Typhusmortalität 1875—80 gegenüber 1866—80.

Charakter der Strassen	Zahl	Jahresdurchschnitt der Periode 1866—80 (auf 100000 Lebende)	Jahresdurchschnitt der Periode 1875—80 (auf 100000 Lebende)	Differenz (auf 100000 Lebende)	Herabminderung in Procenten der Sterblichkeit von 1866—80
Col. 1	2	3	4	5	6
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse . .	39	77,6	54,5	23,1	**29,7**
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal	17	140,5	83,7	56,8	**40,4**
III. Gr. Strassen mit alten Kanälen	77	116	96	20	**17,2**
IV. Gr. Strassen ohne Kanäle	320	96,6	69,5	27,1	**28,0**
Die ganze Stadt . .	453	99	73	26	**26,2**

Wir ersehen denn auch hier, dass die weitaus geringste Abnahme in der Typhusfrequenz, 17,1%, die Strassen der Gruppe III erfahren haben, die in Bezug auf Bodendrainage, auf Bodenreinigung in ihrem

Digitized by Google

Tabelle XXVI (Curve XV Tafel IV).

Herabminderung der Typhusmortalität 1875—80 gegenüber 1866—80 nach Ausscheidung der Heil- und Pflegeanstalten.

Charakter der Strassen	Zahl	Jahresdurchschnitt der Periode 1866—80 (auf 100000 Lebende)	Jahresdurchschnitt der Periode 1875—80 (auf 100000 Lebende)	Differenz (auf 100000 Lebende)	Herabminderung in Procenten der Sterblichkeit von 1866—80
Col. 1	2	3	4	5	6
I. Gr. Strassen mit Sielen auf der Terrasse . .	39	78	55	23	29,5
II. Gr. Strassen mit Sielen im Thal	17	141	81,5	59,5	42,2
III. Gr. Strassen mit alten Kanälen	77	117	97	20	17,1
IV. Gr. Strassen ohne Kanäle	320	92	65	27	29,3
Die ganze Stadt . .	453	98	72	26	26,5

alten, ungünstigen Zustande verblieben sind. Dagegen zeigt die Gruppe II, deren Strassen mit denen der Gruppe III so grosse Analogien, besonders mit Rücksicht auf die Bodenverhältnisse besitzen, die höchste Abnahme, 42,2 %, weit mehr als das Doppelte der ersten. Diese Abnahme ist auch weit grösser als in der Gruppe I, die doch auch besielt ist. Es erklärt sich dies aus zwei Umständen: fürs erste sind die Strassen dieser Gruppe seit 1866—69 kanalisirt, der eventuelle günstige Einfluss dieser Maassregel fällt also schon in den grössten Theil der Periode 1866—80, während bei Gruppe II, wo die Kanalisirung, wenigstens des weitaus grössten Theils, erst 1872 vollendet wurde, die Herabminderung in die Periode 1875—80 fällt. Ausserdem ist aber der Strassencomplex der Gruppe I an und für sich viel günstiger in Bezug auf den Typhus situirt, hat im Allgemeinen eine geringere Typhusfrequenz, und deshalb wird auch die Herabminderung eine relativ geringere sein müssen; dagegen wird dort, wo der wahre Typhusherd ist, die Herabminderung am ausgiebigsten sein können.

Die entsprechenden Curven XIV und XV auf Tafel IV, welche die Zahlen der Columnen 6 zum Ausdruck bringen, machen diese Verhältnisse auch graphisch ersichtlich. Die geringste Herabminderung zeigt Gruppe I; von da steigt das Procentverhältniss der

Digitized by Google

Herabminderung steil auf zu Gruppe II, wo es sein Maximum erreicht, um dann jähe zum Minimum der Gruppe III abzufallen. Die Curve ist auch der Vollständigkeit halber für die Gruppe IV durchgeführt, doch deutet die schwächere Ausführung der Linie an, dass sie nicht in den Vergleich hineingezogen werden soll, da, wie schon auseinandergesetzt worden, das zu Grunde liegende Material an Menschen wie an Strassen für beide Perioden nicht das gleiche ist. Beachtenswerth ist jedenfalls, dass, trotzdem in der Periode 1875 bis 80 viele Strassen entstanden resp. in die Stadt einbezogen worden sind, deren Bodenverhältnisse dem Zustandekommen von Typhus noch ungünstiger sind als die von Gruppe I, die Herabminderung doch immer noch die von Gruppe I (besielte Strassen) nicht übersteigt.

Ich habe bei allen diesen Vergleichen die Periode von 1875—80 der von **1866—80** gegenübergestellt. Nimmt man als Vergleichsobject dagegen die Periode **1866—75**, so werden die Differenzen natürlich um so bedeutender, da ja der Periode 1866—80 schon die Besserung von 1875—80 zu Gute kommt; es steigt dann die Procentzahl der Typhusabnahme bei Gruppe II (Strassen mit Sielen im Thal) auf 55,3, bei Gruppe III (Strassen mit alten Kanälen) auf 26,5 %. Im Allgemeinen aber kann der Gang der Curven XIV und XV nicht wesentlich geändert werden.

Werfen wir noch einen Rückblick auf vorliegende Untersuchungen, so ergibt sich als Resultat derselben, dass wir in den hier besprochenen Mortalitätsverhältnissen keinerlei Anhaltspunkte vorfinden, die etwa einen nachtheiligen Einfluss der bisher durchgeführten Besielung und der damit verbundenen Entwässerung und Drainage ersichtlich machten; im Gegentheil, mannigfache Momente machen es zum mindesten wahrscheinlich, dass die Sterblichkeitsverhältnisse durch diese Einrichtungen im günstigen Sinne beeinflusst werden. Ja bei dem Abdominaltyphus walten in Bezug auf die allgemein zu constatirende Abnahme dieser Krankheit so eigenthümliche, nach Zeit und Ort mit der Kanalisation in Zusammenhang stehende Abstufungen vor, dass die Wahrscheinlichkeit einen ausserordentlich hohen Grad erreicht und die zu Grunde liegenden Beobachtungen fast den Werth eines Experimentes gewinnen. —

Digitized by Google

Zum Schluss sei mir gestattet, Herrn Dr. v. Erhardt, I. Bürgermeister Münchens, Herrn A. Zenetti, städtischem Baurath, Herrn F. Pröbst, Vorstand des städtischen statistischen Bureaus, und Herrn Med. Dr. M. Hemmer an dieser Stelle meinen besten Dank dafür auszusprechen, dass sie mir für meine Arbeit das nothwendige Material in liberalster Weise zur Verfügung gestellt haben.

Digitized by Google

Ueber die Bedeutung des Asparagins für die thierische Ernährung.[1])

Von

H. Weiske (Referent), **G. Kennepohl** und **B. Schulze.**

II. Abhandlung.

Asparaginfütterungsversuche, welche von mir in Gemeinschaft mit M. Schrodt und St. v. Dangel ausgeführt worden waren[2]), hatten zu dem Schluss geführt, dass das Asparagin für die thierische Ernährung eine bestimmte Bedeutung besitzt und ebenso wie z. B. der Leim ein Nahrungsstoff ist, der eiweissersparend zu wirken und dadurch auch bei eiweissarmer Fütterung Eiweissansatz herbeizuführen vermag. Die betreffenden Versuche waren theils mit Kaninchen und Hühnern, theils mit Schafen angestellt worden. Die zu den Versuchen dienenden Kaninchen und Hühner hatten längere Zeit hindurch eiweissfreies Futter (Stärke, Oel, Mineralstoffe) entweder allein oder unter Zusatz bestimmter Mengen von Asparagin, resp. Leim, resp. Asparagin und Leim erhalten. Die hierbei gewonnenen Resultate sprachen zwar im Allgemeinen für eine gewisse Bedeutung des Asparagins bei der Ernährung des Thieres, hatten aber doch zu keinem ganz entscheidenden Resultat geführt. Letzteres war dagegen der Fall bei den Fütterungsversuchen mit Schafen. Hier hatten die Versuchsthiere zunächst ein sehr eiweissarmes Futter (500g Heu, 200g Stärke, 50g Zucker) erhalten; alsdann wurde ihnen in drei folgenden Perioden zu dem früheren Futter täglich so viel

1) Vorstehende Untersuchungen wurden auf der bis zum 1. April 1881 unter meiner Leitung stehenden thierphysiologischen Versuchsstation der kgl. preuss. landwirthschaftl. Akademie Proskau ausgeführt.

2) Ztschr. f. Biologie Bd. 15 S. 261.

Digitized by Google

stickstoffhaltige Substanz zugelegt, dass die Menge des Stickstoffs gegenüber der ersten Periode verdoppelt war, während diejenige der stickstofffreien Nährstoffe dieselbe blieb. Die betreffenden Zulagen an stickstoffhaltigen Substanzen bestanden entweder in bestimmten Mengen von Asparagin, oder von Leim, oder von Erbsenschrot, so dass das Verhältniss des in der Futtermischung enthaltenen Stickstoffes zu den stickstofffreien Nährstoffen während der drei letzten Perioden immer ungefähr das gleiche, aber doppelt so enge als in der ersten Periode war.

In allen vier Fütterungsperioden waren die in der täglich aufgenommenen Futtermischung sowie die in den entleerten Excrementen enthaltenen Substanzen quantitativ bestimmt worden, und hatte sich hierbei aus dem Vergleich zwischen der Gesammt-N- und S-Aufnahme gegenüber der Ausgabe dieser Stoffe ergeben, dass in der ersten Periode bei sehr stickstoffarmem Futter nur ein ganz unbedeutender Stickstoffansatz (0,275^g pro Tag) eingetreten war, dass dagegen in den beiden Perioden, in welchen Asparagin oder Erbsenschrot gereicht wurde, dieser tägliche Ansatz eine wesentliche Steigerung (2,427 und 1,668^g bei der Erbsenfütterung und 1,380 und 1,948^g bei der Asparaginfütterung) erfahren hatte. Bei der Leimfütterung machte sich gleichfalls ein stärkerer Stickstoffansatz bemerkbar (0,68 und 1,98^g pro Tag), doch war derselbe geringer als bei der Asparagin- und Erbsenfütterung.

Bei Berechnung der Verdauungscoëfficienten des verfütterten Wiesenheus ergab sich unter der Annahme einer vollständigen Verdaulichkeit des Beifutters (Stärke, Zucker, Asparagin, Erbsen, Leim), dass das Wiesenheu in allen Perioden fast ganz gleich noch ausgenutzt und nur während der Leimfütterung in etwas geringerem Grade verdaut worden war.

Trotzdem nun der in diesen Fütterungsversuchen sowohl bei Erbsen- wie bei Asparaginzulage beobachtete Stickstoffansatz entschieden den Schluss rechtfertigte, dass das Asparagin für den thierischen Organismus ein Nahrungsstoff sei und wenn nicht direct, so doch indirect durch eiweissersparende Wirkung auch bei eiweissarmer Fütterung Eiweissansatz herbeizuführen vermöge, so schien es doch bei der hohen Bedeutung, welche diese Frage insbesondere

Digitized by Google

für die Fütterung der pflanzenfressenden Hausthiere besitzt, in deren Futter oft nicht unbedeutende Mengen von Asparagin und ähnlichen Körpern enthalten sind, wünschenswerth, diese Asparaginfütterungsversuche zur Erlangung möglichst fester Grundlagen theils zu wiederholen, theils unter anderen Gesichtspunkten nach verschiedenen Richtungen hin und unter modificirten Verhältnissen weiter fortzusetzen.

Eine Wiederholung dieser Versuche machte ausserdem der Umstand wünschenswerth, dass bei den oben erwähnten Fütterungsversuchen die für den Schwefelansatz gewonnenen Zahlen erhebliche Schwankungen zeigten und oft mit dem Stickstoffansatz nicht in genügendem Einklange standen, wodurch das Resultat einigermassen getrübt wurde. Diese Unregelmässigkeiten konnten leicht dadurch veranlasst sein, dass man den Schwefelgehalt des Harns durch Verdampfen, vorsichtiges Verkohlen etc., und nicht durch Schmelzen des eingetrockneten Harns mit Kali und Salpeter bestimmt hatte. Es ist nun aber, wie ich mich inzwischen durch directe Untersuchungen in dieser Richtung überzeugt habe[1]), bei der Bestimmung des Gesammtschwefels zur Erlangung vollständig zuverlässiger Resultate unbedingt empfehlenswerth, den alkalischen Pflanzenfresserharn ebenso mit Kali und Salpeter zu schmelzen, wie man dies für den sauren Menschen- und Fleischfresserharn bereits längst als nothwendig erkannt hat. Wendet man letzteres Verfahren beim alkalischen Pflanzenfresserharn nicht an, so ist es unter Umständen und bei Beobachtung sehr grosser Vorsicht wohl möglich, befriedigende Resultate zu erlangen; meist werden dieselben indess zu niedrig ausfallen, und können die Differenzen hierbei, insbesondere wenn stärkere Hitze beim Verkohlen des Harns angewandt wird, sogar recht erheblich werden. Bei allen nachfolgenden Asparaginfütterungsversuchen wurde dabei, sofern überhaupt die Bestimmung des Schwefels im Harn nothwendig erschien, diese durch Schmelzen des zur Trockene gedampften Harns mit Kali und Salpeter ausgeführt.

Bei den oben besprochenen Asparaginfütterungsversuchen hatte sich zugleich auch, wie bereits erwähnt, in allen Perioden (excl. der Leimfütterung) die Verdaulichkeit des Wiesenheus als gleich gross berechnet. Dieses Resultat musste aus folgenden Gründen

1) Vgl. Ztschr. f. Biologie Bd. 17 S. 273.

Digitized by Google

befremden. In der ersten Periode hatten die Versuchsthiere 500g Heu und hierzu 250g stickstofffreie Substanzen erhalten, während in den folgenden Perioden Nh-Stoffe beigegeben worden waren. Nach den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen vermindert aber einseitige Beilage von stickstofffreien Nährstoffen, sofern sie mehr als 10% der Trockensubstanz des Hauptfutters beträgt, die Verdaulichkeit des Rauhfutterproteïns. Es war demnach anzunehmen, dass auch bei obiger Fütterungsweise in der Periode I durch die Beigabe von 250g stickstofffreien Nährstoffen zu 500g Heu die Verdaulichkeit des Rauhfutterproteïns herabgedrückt wurde, und stand weiter zu erwarten, dass in Folge der Beigabe von stickstoffhaltigen Nährstoffen die Ausnutzung des Heuproteïns eine Erhöhung erfuhr. Dass sich nun nach den von uns in dieser Richtung angestellten Berechnungen ein solches Resultat nicht herausstellte, lässt sich in verschiedener Weise erklären. Entweder war die Beigabe von 250g stickstofffreien Nährstoffen neben nur 500g Wiesenheu zu bedeutend, um eine Wirkung der später verabreichten stickstoffhaltigen Substanzen aufkommen und erkennen zu lassen[1]), oder, was ebenfalls sehr wahrscheinlich, die beigegebenen stickstoffhaltigen Substanzen waren nicht, wie bei obiger Berechnung des Wiesenheuverdauungscoëfficienten angenommen wurde, vollständig verdaut, sondern ein kleiner Theil derselben war im Darm zur Ausscheidung gelangt. Für letztere Annahme spricht u. A. auch der Umstand, dass der Stickstoffgehalt der Fäces in den drei Perioden mit Beigabe von stickstoffhaltigen Substanzen, trotz sonstiger gleicher Fütterungsweise, durchweg etwas höher war als in der ersten Periode bei Heu-, Stärke- und Zuckerfütterung. Nimmt man aber die beigegebenen stickstoffhaltigen Stoffe nicht, wie oben geschehen, als absolut,

1) Dass die durch sehr starke einseitige Beigabe von stickstofffreien Nährstoffen bewirkte Verdauungsdepression des Rauhfutterproteïns durch Zuführung von Eiweissstoffen nur sehr unvollständig aufgehoben wird, wurde bereits durch frühere Versuche (vgl. Journ. f. Landwirthschaft Bd. 27 S. 321) gezeigt und ist auch von anderer Seite mehrfach beobachtet worden, z. B. fanden E. Schulze und M. Märcker bei Fütterungsversuchen mit Schafen, dass Zusatz von Stärke und Zucker die Verdauung des Eiweisses bei Wiesenheu- sowie bei Wiesenheu- und Bohnenfütterung bedeutend vermindert (Journ. f. Landwirthschaft Bd. 23 S. 141—174).

Digitized by Google

sondern nur als 90 % verdaulich an, so ergibt sich sofort eine um ca. 10 % gesteigerte Ausnutzung des Rauhfutterproteïns.

Durch neue Versuche sollte daher zunächst festzustellen versucht werden, ob die Ausnutzung des Heuproteïns durch Beigabe von Stärke und Asparagin eine Depression erfährt und ob diese Beigabe sich analog einer solchen von reiner Stärke oder analog einer solchen von Stärke und Eiweiss verhält. Hieraus konnten alsdann vermuthlich weitere Schlüsse auf den Nahrungswerth des Asparagins gezogen werden. Gleichzeitig lag es im Versuchsplan, auch wieder die Wirkung des Leims nach dieser Richtung hin zu prüfen.

Zu diesem Zweck wurden die beiden bereits zu den früheren Asparaginfütterungsversuchen verwendeten Hammel in drei hinter einander folgenden Perioden pro Tag und Stück folgendermassen gefüttert. Erste Periode: Hammel I und II erhalten 1000 g lufttrockenes Wiesenheu; zweite Periode: Hammel I erhält 1000 g lfttr. Heu und 250 g lfttr. Bohnenschrot, Hammel II 1000 g lfttr. Heu, 130 g Stärke, 32 g Zucker und 52,49 g Asparagin; dritte Periode: Hammel I erhält 1000 g lfttr. Heu, 130 g Stärke, 32 g Zucker, Hammel II 1000 g lfttr. Heu, 130 g Stärke, 32 g Zucker und 64,4 g Leim. Die Rauhfutterration war also diesmal durchweg doppelt so gross als in den früheren Versuchen, die Beigabe von stickstofffreien Nährstoffen dagegen geringer. Dieselbe betrug diesmal nur ca. 16 % von der Trockensubstanz des Rauhfutters, während sie sich bei den früheren Asparaginfütterungsversuchen auf etwa 50 % gestellt hatte. Ausserdem wurde diesmal dem einen Thiere neben dem Rauhfutter das Bohnenschrot allein, d. h. ohne jede Stärkemehlbeigabe, und zum Vergleich mit der Wirkung desselben dem anderen Thiere eine der Bohnenschrotration entsprechende Mischung von Asparagin und Stärke mit etwas Zucker gegeben. Eine Extrabeigabe von Kochsalz erhielten die Versuchsthiere nicht. Tränkwasser wurden jedem derselben täglich 2000 g gereicht und das nicht consumirte Wasser sowie etwa verbliebene Futterreste zurückgewogen.

Während der ganzen Versuchszeit befanden sich die beiden Hammel in den für derartige Versuche eingerichteten Zwangsställen. Jedem eigentlichen Versuche, in dem Harn und Fäces quantitativ

Digitized by Google

gesammelt wurden, ging eine 8tägige Vorfütterung voraus. Im Uebrigen wurde in Allem, was die Art und Weise der Fütterung, das Sammeln von Koth und Harn, die Probenahme und Analyse des Futters und der Excremente anbelangt, sowohl hier wie später genau wie bei den früheren Asparaginfütterungsversuchen bereits ausführlich angegeben, verfahren und kann daher auf das dort Mitgetheilte verwiesen werden.

Das während dieser drei Versuchsperioden verfütterte Wiesenheu sowie das in der zweiten Periode verabreichte Bohnenschrot hatten auf Trockensubstanz berechnet folgende Zusammensetzung:

	Wiesenheu	Bohnenschrot
Stickstoffhaltige Substanz	12,63 %	25,56 %
Aetherextract	5,30	2,03
Rohfaser	26,15	3,83
N freie Extractstoffe	46,68	64,93
Mineralstoffe	9,24	3,65

Das verfütterte Asparagin war chemisch rein; ebenso hatte der verabreichte Leim wieder die gleiche Zusammensetzung wie früher.

Periode I.

(Vom 13. bis 26. November 1879.)

Beide Versuchsthiere consumirten die ihnen vorgelegten 1000 g lfttr. Wiesenheu stets vollständig. An den letzten 6 Versuchstagen wurden Harn und Koth quantitativ gesammelt, analysirt und hierbei die in nachfolgenden Tabellen zusammengestellten Resultate erhalten:

Datum	Hammel I					Hammel II				
	Wasser-consum	Harn				Wasser-consum	Harn			
		Menge		spec. Gew.	N		Menge		spec. Gew.	N
	g	g	ccm		g	g	g	ccm		g
Nov.										
21.	1120	897,5	853	1,052	10,06	1460	774,75	735,5	1,054	9,58
22.	1290	740,5	703	1,053	9,82	1020	723,9	680	1,065	9,96
23.	1350	786,7	743,5	1,059	10,10	1130	749,55	710,5	1,055	9,54
24.	1030	865,5	826	1,048	9,62	980	592,4	554	1,069	—
25.	1460	709,5	667	1,060	9,68	1340	688,55	648,5	1,062	9,48
26.	1400	688,5	649	1,061	10,05	1050	674,8	634	1,064	9,17
Mittel	1272	—	739	—	9,89	1163	—	660	—	9,55

Digitized by Google

In der Zeit vom 21. bis 26. November entleerten die beiden Versuchsthiere folgende Kothmengen:

Datum	Hammel I			Hammel II		
	frisch	lufttrocken	trocken	frisch	lufttrocken	trocken
Nov. 21.	660,2	340,82	330,36	681,5	327,73	317,37
22.	629	324,19	311,87	611,5	297,13	285,72
23.	532	298,82	290,72	637	319,71	311,53
24.	572	307,85	298,37	676,2	321,26	311,49
25.	606,5	337,70	327,27	691,5	335,17	325,32
26.	572,5	319,11	310,05	639,4	305,63	296,98
Mittel	595,4	321,42	311,44	656,2	317,77	308,07

Diese Fäces hatten im wasserfreien Zustande nachstehende Zusammensetzung:

	Hammel I	Hammel II
Stickstoffhaltige Substanz	12,50 %	13,19 %
Aetherextract	4,93	5,26
Rohfaser	24,57	25,24
N freie Extractstoffe	41,94	39,73
Mineralstoffe	16,06	16,58

Hiernach berechnet sich auf Grund obiger Zahlen die Aufnahme und Ausgabe der beiden Hammel wie folgt:

Hammel I.

Art der Fütterung	Trockensubstanz	Organ. Substanz	N freie Substanz	Aetherextract	Rohfaser	N freie Extractstoffe	Mineralstoffe
1000 g lufttrock. Wiesenheu	843,80	765,83	106,57	44,72	220,65	393,89	77,97
Fäces	311,44	261,42	38,93	15,35	76,52	130,62	50,02
Verdaut	532,36	504,41	67,64	29,37	144,13	263,27	27,95
„ in Proc.	63,09 %	65,87 %	63,47 %	65,68 %	65,32 %	66,84 %	35,85 %

Hammel II.

Art der Fütterung	Trockensubstanz	Organ. Substanz	N freie Substanz	Aetherextract	Rohfaser	N freie Extractstoffe	Mineralstoffe
1000 g lufttrock. Wiesenheu	843,80	765,83	106,57	44,72	220,65	393,89	77,97
Fäces	308,07	256,99	40,63	16,20	77,76	122,40	51,08
Verdaut	535,73	508,84	65,94	28,52	142,89	271,49	26,89
„ in Proc.	63,49 %	66,44 %	61,87 %	63,78 %	64,76 %	68,92 %	34,50 %

Digitized by Google

Schliesslich findet sich nachstehend die bei dieser Fütterungsweise durchschnittlich pro Tag stattgefundene Stickstoffaufnahme und -ausgabe verzeichnet:

	Hammel I	Hammel II
Aufgenommen im Futter . .	17,05	17,05
Ausgeschieden in den Fäces .	6,23	6,50
„ im Harn . .	9,89	9,55
Angesetzt als Wolle oder Fleisch	+ 0,93	+ 1,00

Wir ersehen aus obigen Resultaten, dass beide Hammel das vorgelegte Wiesenheu nahezu gleich gut verdauten und dass sie bei diesem Futter ca. 1g Stickstoff pro Tag ansetzten, eine Menge, die vermuthlich etwas mehr als ausreichend war, um den in der täglichen Wollproduction angesetzten Stickstoff zu decken.

Periode II.

(Vom 27. November bis 10. December.)

In dieser Periode erhielten beide Versuchsthiere wieder die gleiche Menge Wiesenheu wie vorher. Hammel II verzehrte das ihm vorgelegte Futter stets vollständig, wogegen Hammel I regelmässig geringe, durchschnittlich pro Tag 8,6g Trockensubstanz betragende Heureste übrig liess. Hammel I erhielt ausser seiner Heuration täglich 250g lfttr. Bohnenschrot und Hammel II ein diesem Bohnenschrot der Menge an N- und N freier Substanzen nach entsprechendes Gemisch von Asparagin, Stärke und Zucker. Beigabe von reinem Eiweiss oder sehr eiweissreichen Futtermitteln, zu denen wohl das Bohnenschrot gezählt werden darf, vermindern nach den bisher vorliegenden Beobachtungen die Verdaulichkeit des Heuproteïns nicht oder doch nur wenig. Es stand daher zu erwarten, dass Hammel I das Wiesenheu in dieser Periode ungefähr gleich gut verdaute wie in der vorhergehenden und dass das Gleiche auch bei Hammel II der Fall war, sofern das Asparagin in dieser Beziehung eine dem Eiweiss analoge Wirkung besitzt.

An den letzten 6 Tagen dieser Periode, nämlich vom 5. bis 10. December, wurden wieder Harn und Fäces quantitativ gesammelt und hierbei folgende Resultate erhalten:

Digitized by Google

Datum	Hammel I					Hammel II				
	Wasser-consum	Harn				Wasser-consum	Harn			
		Menge		spec. Gew.	N		Menge		spec. Gew.	N
	g	g	ccm		g	g	g	ccm		g
Dec.										
5.	1740	845,8	793	1,067	14,92	1290	659,55	620	1,064	16,43
6.	1740	827	777	1,064	14,37	1510	660,90	615	1,075	16,83
7.	1540	824,6	772	1,068	14,24	1170	691,55	648	1,067	17,40
8.	1480	847	799	1,060	14,63	1200	744,90	694	1,073	17,25
9.	1510	852,5	802	1,063	15,23	960	640	603	1,061	16,28
10.	1450	778	731	1,064	14,90	1650	722	680	1,062	17,28
Mittel	1577	—	779	—	14,72	1297	—	643	—	16,91

Die Menge der in dieser Periode entleerten Fäces betrug:

Datum	Hammel I			Hammel II		
	frisch	lufttrocken	trocken	frisch	lufttrocken	trocken
Dec.						
5.	759	400,07	375,35	810	371,47	347,21
6.	717	359,93	335,89	782	337,90	316,51
7.	788	403,69	377,69	822,5	368,56	348,22
8.	699	372,92	348,98	826,5	382,67	357,49
9.	722	357,46	336,98	743	336,28	317,52
10.	668	343,95	321,90	840	382,87	360,01
Mittel	725,5	373,00	349,47	804	363,29	341,16

Diese Fäces enthielten im trockenen Zustande:

	Hammel I	Hammel II
Stickstoffhaltige Substanz	14,44 %	14,31 %
Aetherextract	5,15	5,09
Rohfaser	26,39	25,75
N freie Extractstoffe	39,10	40,01
Mineralstoffe	14,92	14,84

Mit Hilfe dieser Zahlen berechnet sich die Verdaulichkeit des Futters folgendermassen:

Hammel I.

Art der Fütterung	Trocken-substanz	Organ. Substanz	N freie Substanz	Aether-extract	Roh-faser	N freie Extract-stoffe	Mineral-stoffe
990g lufttrock. Wiesenheu [1])	848,83	770,40	107,21	44,99	221,97	396,23	78,43
250g lufttrock. Bohnenschrot	214,48	206,64	54,82	4,35	8,21	139,26	7,84
Summa . . .	1063,31	977,04	162,03	49,34	230,18	535,49	86,27
Fäces	349,47	297,33	50,47	18,00	92,23	136,63	52,14
Verdaut . . .	713,84	679,71	111,56	31,34	137,95	398,86	34,13
„ in Proc.	67,13%	69,57%	68,86%	63,52 %	59,93%	74,48%	39,56%

1) Nach Abzug der hinterlassenen Futterreste.

Digitized by Google

Hammel II.

Art der Fütterung	Trocken-substanz	Organ. Substanz	N freie Substanz	Aether-extract	Roh-faser	N freie Extract-stoffe	Mineral-stoffe
1000 g lufttrock. Wiesenheu .	857,40	778,17	108,29	45,44	224,21	400,23	79,23
52,49 g Asparagin 130 g Stärke u. 32 g Zucker .	189,55	189,55	61,25	—	—	137,06	—
Summa . . .	1046,95	967,72	169,54	45,44	224,21	537,29	79,23
Fäces	341,16	290,53	48,82	17,37	87,85	136,49	50,63
Verdaut . . .	705,79	677,19	120,72	28,07	136,36	400,80	28,60
„ in Proc.	67,41%	70,00%	71,19%	61,77%	60,82%	74,60%	36,10%

An Stickstoff wurden täglich aufgenommen, resp. ausgeschieden:

	Hammel I	Hammel II
Aufgenommen im Futter . .	25,92	27,13
Ausgeschieden in den Fäces .	8,07	7,81
„ im Harn . .	14,72	16,91
Angesetzt als Fleisch u. Wolle	+ 3,13	+ 2,41

Ehe wir auf eine nähere Besprechung der in dieser Periode gewonnenen Resultate eingehen, theilen wir zunächst nachstehend die Ergebnisse der folgenden dritten Versuchsperiode mit, welche sich der zweiten unmittelbar anschliesst und mit dieser in gewissem Zusammenhang steht.

Periode III.

(Vom 11. bis 23. December.)

Auch in dieser Periode erhielten die beiden Versuchsthiere wieder dieselbe Heuration wie früher. Hammel II frass das Heu stets vollständig auf, wogegen bei Hammel I wieder geringe Reste übrig blieben, deren Durchschnittsgewicht auf Trockensubstanz berechnet 4,3 g pro Tag betrug. Diese wenigen, kaum ins Gewicht fallenden Futterreste wurden auch in dieser Periode ebenso wie in der vorhergehenden einfach von dem vorgelegten täglichen Heuquantum in Abzug gebracht. Das Beifutter, welches bei Hammel I in 130 g lfttr. Stärke mit 32 g lfttr. Zucker vermengt und bei Thier II in denselben Quantitäten N freier Substanzen mit 64,4 g Leim ver-

Digitized by Google

mengt bestand, verzehrten beide Hammel vollständig. Vom 18. bis 23. December wurden regelmässig die täglich entleerten Excremente gesammelt, untersucht und hierbei folgende Resultate erhalten:

Datum	Hammel I					Hammel II				
	Wasser-consum	Harn				Wasser-consum	Harn			
		Menge		spec. Gew.	N		Menge		spec. Gew.	N
	g	g	ccm		g	g	g	ccm		g
Dec.										
18.	1530	652	613	1,064	7,83	1680	686	640	1,072	17,07
19.	1590	676	635	1,065	7,99	1430	768,6	725	1,060	16,99
20.	1630	635	596	1,065	8,19	1370	806,3	758	1,064	16,99
21.	1360	637,5	598	1,066	8,21	1120	694	652	1,064	17,14
22.	1730	670	630	1,063	8,76	1280	718,4	672	1,069	17,72
23.	1790	788,5	750	1,051	8,40	1140	748,5	700	1,069	18,19
Mittel	1605	—	637	—	8,23	1337	—	691	—	17,35

Ferner wurden während dieser Versuchszeit folgende Kothmengen entleert:

Datum	Hammel I			Hammel II		
	frisch	lufttrocken	trocken	frisch	lufttrocken	trocken
Dec.						
18.	692	363,44	346,21	856	374,07	356,34
19.	596,5	326,64	310,34	810	362,56	344,14
20.	659,5	352,50	335,79	846,7	384,15	364,94
21.	688,5	373,37	355,00	674,5	313,84	297,02
22.	587,5	319,78	305,10	767,5	356,35	338,32
23.	644,5	344,42	326,96	753	357,30	337,26
Mittel	644,8	346,69	329,90	784,6	358,05	339,67

Die Analyse dieser Fäces ergab:

	Hammel I	Hammel II
Stickstoffhaltige Substanz	13,50 %	14,56 %
Aetherextract	5,00	5,06
Rohfaser	26,53	26,30
N freie Extractstoffe	40,44	39,21
Mineralstoffe	14,53	14,87

Hiernach gelangen wir unter Zugrundelegung obiger Zahlen bei einem Vergleich der täglichen Aufnahme und Ausgabe zu nachstehenden Resultaten:

Digitized by Google

Hammel I.

Art der Fütterung	Trocken-substanz	Organ. Sub-stanz	N freie Sub-stanz	Aether-extract	Roh-faser	N freie Extract-stoffe	Mineral-stoffe
995 g lufttrock. Wiesenheu .	853,10	774,27	107,75	45,21	223,08	398,23	78,83
130 g Stärke u. 32 g Zucker .	137,05	137,05	—	—	—	137,05	—
Summa . . .	990,15	911,32	107,75	45,21	223,08	535,28	78,83
Fäces	329,90	281,96	44,54	16,50	87,52	133,40	47,94
Verdaut . . .	660,25	629,36	63,21	28,71	135,56	401,88	30,89
„ in Proc.	66,68%	69,06%	58,66%	63,50%	60,77%	75,08%	39,19%

Hammel II.

Art der Fütterung	Trocken-substanz	Organ. Sub-stanz	N freie Sub-stanz	Aether-extract	Roh-faser	N freie Extract-stoffe	Mineral-stoffe
1000 g lufttrock. Wiesenheu .	857,40	778,17	108,29	45,44	224,21	400,23	79,23
64,4 g Leim u. 162 g N freie Extractstoffe .	191,54	191,54	61,25	—	—	137,05	—
Summa . . .	1048,94	969,71	169,54	45,44	224,21	537,28	79,23
Fäces	339,67	289,16	49,46	17,19	89,33	133,18	50,51
Verdaut . . .	709,27	680,55	120,08	28,25	134,88	404,10	28,72
„ in Proc.	67,61%	70,18%	70,82%	62,17%	60,11%	75,21%	36,25%

Schliesslich befindet sich die tägliche Stickstoffaufnahme und -ausgabe beider Versuchsthiere in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

	Hammel I	Hammel II
Aufgenommen im Futter . .	17,24 g	27,13 g
Ausgeschieden in den Fäces .	7,13	7,91
„ im Harn . .	8,23	17,35
Angesetzt als Fleisch u. Wolle	+ 1,88	+ 1,87

Wenden wir uns jetzt zu einer näheren Betrachtung der in diesen beiden Versuchsperioden gewonnenen Resultate und beginnen wir dieselbe mit Periode II, so fällt hier zunächst zweierlei ins Auge: einestheils wurde das Futter von beiden Versuchsthieren im Allgemeinen gleich gut, bezüglich der stickstoffhaltigen Substanzen von dem Asparagin-Hammel sogar etwas besser als von dem Bohnenschrot-Hammel verdaut, und anderntheils hatte bei beiden Thieren eine erhebliche Steigerung des Stickstoffansatzes stattgefunden, die gegenüber der ersten Periode, in welcher aus-

Digitized by Google

schliesslich Wiesenheu gefüttert worden war, bei dem Bohnenschrot-Hammel ca. das Dreifache, bei dem Asparagin-Hammel etwa das Zweiundeinhalbfache betrug.

Das Asparagin hatte demnach, analog den früheren Versuchsergebnissen, auch diesmal eine der Eiweissbeigabe ähnliche, eiweissersparende Wirkung bei der Ernährung ausgeübt und in Folge dessen Eiweissansatz im Körper hervorgerufen.

Bezüglich der Ausnutzung des Futters ist indess noch folgender Punkt in Erwägung zu ziehen. Bei beiden Versuchsthieren war in dieser Periode die Stickstoffmenge der Fäces etwas grösser als in der vorhergehenden, und zwar betrug das Plus bei dem Bohnenschrot-Hammel durchschnittlich pro Tag 1,84 g, bei dem Asparagin-Hammel 1,31 g N. Der Grund hierfür konnte ein zweifacher sein: entweder waren die beigegebenen stickstoffhaltigen Substanzen, Bohnenschrot und Asparagin, vollständig verdaut, aber es hatte bezüglich des Heuproteïns eine Depression stattgefunden, oder die Verdaulichkeit des Heues hatte durch die Beigabe keine Veränderung erfahren, hingegen waren Bohnenschrot und Asparagin nur unvollständig resorbirt und zum Theil durch den Darm ausgeschieden worden. Letztere Annahme dürfte für das Bohnenschrot die wahrscheinlichere sein, da erfahrungsmässig eiweissreiches Beifutter zu Wiesenheu u. dgl. verabreicht die Verdaulichkeit des Rauhfutterproteïns nicht oder doch wohl nur ganz unerheblich herabdrückt und nach den bisher vorliegenden Futterausnutzungsversuchen die Eiweissstoffe des Bohnenschrotes nicht vollständig, sondern im Durchschnitt etwa zu 90 % von Wiederkäuern gelöst und resorbirt werden [1]). Unter der Voraussetzung, dass die Verdaulichkeitsverhältnisse des Wiesenheues durch die Bohnenschrotbeigabe keine beachtenswerthe Veränderung erlitten hatten, würde sich in obigem Falle berechnen, dass von den Eiweissstoffen des Bohnenschrotes ca. 80 % verdaut wurden. Diese Zahl ist allerdings etwas niedriger als die von Wolff angegebene Durchschnittszahl, dürfte aber vielleicht darin eine Erklärung finden, dass das in diesem Versuche verfütterte Bohnenschrot ein Rest war, der sehr viele Körnerschalen

1) E. Wolff, Die Ernährung der landw. Nutzthiere (1876) S. 232.

Digitized by Google

enthielt, welche bekanntlich eiweissärmer und schwerer verdaulich sind als der innere Kern.

So ergab sich z. B. bei 8 in dieser Richtung von Schulze und Märcker[1]) ausgeführten Untersuchungen, dass der Gehalt der Bohnen an Schalen sehr schwankte und im Mittel 15,68 % betrug; die Analyse dieser Bohnenschalen zeigte weiter, dass dieselben eine wesentlich andere Zusammensetzung besassen als die Gesammtbohnen und nur 7 % Eiweissstoffe enthielten.

Schwieriger ist die Frage, ob eine unvollständige Resorption des Beifutters oder eine verminderte Ausnutzung des Heuproteïns stattfand, bei dem Asparagin-Hammel zu entscheiden. Zwar scheinen der Fleischfresser und das Huhn nach den Untersuchungen von Knieriem[2]) das aufgenommene Asparagin vollständig zu resorbiren; ob dies aber auch beim Pflanzenfresser der Fall ist, der stets sehr beträchtliche Mengen seines aufgenommenen Futters durch den Darm wieder ausscheidet, dürfte noch zweifelhaft sein. Dafür, dass auch bei dem Asparagin-Hammel die in seinem Kothe beobachtete Vermehrung des Stickstoffgehaltes wenigstens zum Theil von ungenügend resorbirtem Beifutter, dem Asparagin, resp. dessen Zersetzungsproducten, welche sich event. der Darmausscheidung beimengten, herrührte, spricht hauptsächlich der Umstand, dass sich auch bei diesem Thiere, ebenso wie bei dem unter Bohnenschrotbeigabe gefütterten Hammel, gegenüber der vorhergehenden Periode ein deutlich vermehrter Stickstoffansatz zeigte. Letzterer würde wohl kaum eingetreten sein, wenn das Asparagin vollständig wirkungslos gewesen wäre und das Stickstoffplus der Fäces ausschliesslich auf verminderte Ausnutzung des Wiesenheuproteïns zurückgeführt werden sollte.

Hierzu kommt ausserdem noch folgender Umstand. Nähme man die in Periode II und ebenso die in der folgenden Periode III verabreichten stickstoffhaltigen Substanzen (Eiweiss, Asparagin, Leim) in diesem Falle als vollständig resorbirt an, so würde man zu dem Resultat gelangen, dass von den Eiweissstoffen des Heues bei Eiweissbeigabe 52,93 %, bei Asparaginbeigabe 54,92 % und bei Leim-

1) Journal f. Landwirthschaft 1875 S. 156.

2) Ztschr. f. Biologie Bd. 10 S. 263 u. Bd. 13 S. 36.

Digitized by Google

beigabe 54,33 % ausgenutzt worden seien. Da nun aber, wie aus Periode III ersichtlich, bei Verabreichung von stickstofffreien Substanzen allein die Eiweissstoffe des Heues bereits factisch zu 58,66 % verdaut wurden, so würde sich bei dieser Annahme herausstellen, dass die Beigabe von stickstofffreien Nährstoffen eine geringere Verdauungsdepression bewirkt hätte als diejenige von Eiweiss, Leim und Asparagin. Dieses Resultat wäre aber höchst unwahrscheinlich, würde allen bisherigen Erfahrungen widersprechen und führt daher gleichfalls zu der Annahme, dass der grössere Stickstoffgehalt der Fäces bei Fütterung mit Eiweiss, Leim und Asparagin wenigstens zum Theil auf eine unvollständige Resorption dieser Substanzen aller Wahrscheinlichkeit nach zurückzuführen ist.

Um noch weitere Anhaltspunkte für letztere Annahme zu gewinnen, wurden die betreffenden Fäces aller drei Perioden auf ihren Gehalt an Stickstoff, welcher nicht in Form von Eiweiss, sondern in Form von Amidosäuren etc. vorhanden war, quantitativ geprüft[1]). Die hierbei gewonnenen Resultate ergaben zwar, dass in den Fäces derjenigen Perioden, in welchen man stickstoffhaltiges Beifutter verabreicht hatte, wesentlich mehr Stickstoff in Form von Nichteiweiss vorhanden war als in den übrigen; indess reichte das gefundene Plus noch nicht aus, um den höheren Stickstoffgehalt dieser Fäces in obiger Weise genügend zu erklären.

Was nun weiter die in der dritten Periode gewonnenen Versuchsresultate anbelangt, so macht sich bezüglich derselben zunächst bemerkbar, dass die Beigabe von Stärke und Zucker, welche diesmal nur ca. 16 % von dem verfütterten Rauhfutter betrug, die Ausnutzung des Heuproteïns von 63,47 % auf 58,66 % herabgedrückt hatte. Dass diese Differenz nicht grösser war, lag offenbar in der verhältnissmässig geringen Menge des verabreichten stickstofffreien Beifutters. Denn als bei Gelegenheit anderer Fütterungsversuche diese Hammel neben 750g Wiesenheu 500g Bohnen, resp. 500g Stärke als Beifutter erhielten, ergab sich, dass die Verdaulichkeit des Wiesenheuproteïns, welche bei ausschliesslicher Heufütterung 66,60 % und 67,61 % betragen hatte, in Folge der Bohnen-

1) Durch Bestimmung des nach Abscheidung der Eiweisskörper noch vorhandenen Stickstoffes.

Digitized by Google

schrotbeigabe nur auf 65,03 %, in Folge der Stärkemehlbeigabe aber auf 51,13 % herabgesunken war, wobei man das Bohneneiweiss zu 90 % verdaulich angenommen und den den Fäces beigemengten Gallenbestandtheilen Rechnung getragen hatte. Auch die Fäces dieser und aller übrigen Perioden waren nach dem von Schulze und Märcker [1]) angegebenen, indess etwas modificirten Verfahren auf beigemengte Gallenbestandtheile untersucht worden, und hatte sich unter Berücksichtigung der hierbei gewonnenen Resultate ergeben, dass in Folge der Beigabe von stickstofffreien Substanzen gegenüber der ausschliesslichen Heufütterung factisch eine Depression in der Verdaulichkeit des Heuproteïns eingetreten war [2]).

Der Stickstoffansatz war bei beiden Versuchsthieren in der dritten Periode gleich gross und zwar grösser als bei ausschliesslicher Heufütterung, dagegen geringer als bei der Bohnen- und Asparaginfütterung. Dass dies der Fall war und insbesondere bei Stärke- und Zuckerbeigabe ein ebenso grosser Stickstoffansatz stattfand wie bei Stärke-, Zucker- und Leimbeigabe, hat etwas Befremdendes, lässt sich aber vielleicht dadurch erklären, dass dem Hammel I, welcher in der dritten Periode stickstofffreies Beifutter erhalten hatte, kurz zuvor eine nicht unbedeutende Eiweissbeigabe, welche reichlich 50 % des Heuproteïns betrug, gereicht worden war. Da nun zwischen den letzten Tagen der Bohnenschrotfütterung und dem ersten Tage der dritten Periode, an welchem Harn und Fäces des Versuchsthieres gesammelt und untersucht wurden, nur ein Zwischenraum von einer Woche lag, so blieb nicht ausgeschlossen, dass in diesem Falle die Vorfütterung der dritten Periode nicht genügend lange gewährt hatte, um die Einflüsse der vorhergehenden zweiten Periode vollständig zu verwischen. Man könnte daher annehmen, dass sich hier noch eine von der eiweissreichen Fütterung herrührende Nachwirkung bezüglich des Stickstoffansatzes geltend gemacht hätte, indem unter dem Einfluss des stickstoffärmeren Futters der dritten Periode ein Theil des beim eiweissreichen Futter in der zweiten Periode im Körper des Versuchsthieres reichlich

1) Journal f. Landwirthschaft 1871 S. 79.

2) Vgl. die hierauf bezüglichen Mittheilungen von Dr. G. Kennepohl: Journal f. Landwirthschaft Bd. 29 (1881) S. 145.

Digitized by Google

vorhanden gewesenen Circulationseiweisses in stabileres Organeiweiss verwandelt wurde, d. h. zum Ansatz gelangte.

Wenn schon sich also bei diesem zweiten Asparaginfütterungsversuch ebenso wie bei dem früher mitgetheilten wieder das Resultat ergeben hatte, dass Asparaginbeigabe eiweissersparend zu wirken und dadurch Eiweissansatz am Körper hervorzurufen vermag, so liess sich doch die Frage, ob das Asparagin ebenso wie das Eiweiss die durch einseitige starke Beigabe von stickstofffreien Substanzen (Stärke und Zucker) im Hauptfutter hervorgerufene Verdauungsdepression der Eiweissstoffe ganz oder theilweise aufzuheben vermag, nicht mit genügender Schärfe beantworten.

Aus diesem Grunde wurden mit Hammel II nochmals Versuche in dieser Richtung in etwas modificirter Weise angestellt und hierbei folgendermassen verfahren.

Das Versuchsthier erhielt in der ersten Periode dieses dritten Asparaginfütterungsversuches wieder 1000g lfttr. Wiesenheu, in der darauf folgenden zweiten Periode die frühere Heuration und hierzu 183g Stärke und 32g Zucker und in der dritten Periode neben dem gleichen Heuquantum wie bisher 130g Stärke, 32g Zucker und 52,5g Asparagin. Die Versuchsanordnung unterschied sich demnach von derjenigen der vorhergehenden Versuchsreihe dadurch, dass auf die Wiesenheufütterung unmittelbar diejenige Fütterungsperiode folgte, in welcher nur stickstofffreie Substanzen (Stärke und Zucker) als Beigabe verabreicht wurden, und dass sich an diese als dritte Periode die Asparaginfütterung anschloss. Eine Eiweissbeigabe fand also diesmal in keiner Periode statt. Ausserdem waren die Beigaben zum Wiesenheu, wenn schon qualitativ verschieden, so doch quantitativ gleich bemessen und betrugen sowohl in der zweiten wie in der dritten Periode pro Tag 215g.

Im Uebrigen verfuhr man in Allem genau so, wie bei den früheren Asparaginfütterungsversuchen bereits angegeben worden ist; nur wurde in dieser Versuchsreihe der besseren Controle wegen sowie aus den bereits zu Anfang dieser Arbeit angeführten Gründen nicht nur die Gesammt-Aufnahme und Ausgabe an Stickstoff, sondern zugleich auch diejenige an Schwefel bestimmt, und zwar führte man, wie bereits früher hervorgehoben, die Bestimmungen des

Digitized by Google

Gesammtschwefels im Harn diesmal durch Schmelzen des zur Trockene gedampften Harns mit Kali und Salpeter aus.

Alles Weitere ist aus nachfolgender Zusammenstellung der Resultate ersichtlich. Bemerkt sei nur noch, dass die erste Periode vom 7. bis 21. April 1880, die zweite vom 22. April bis 3. Mai und die dritte vom 4. bis 15. Mai dauerte, sowie dass jeder eigentlichen Versuchszeit, in welcher Harn und Fäces quantitativ gesammelt und analysirt wurden, eine Vorversuchszeit von 6 bis 8 Tagen vorausging.

Periode I				Periode II				Periode III			
Wasser-consum g	Harn Menge ccm	Harn N g	Harn S g	Wasser-consum g	Harn Menge ccm	Harn N g	Harn S g	Wasser-consum g	Harn Menge ccm	Harn N g	Harn S g
1375	609	10,05	1,92	1360	559	8,39	1,49	900	686,5	19,38	1,43
630	587	9,97	1,50	1000	505	7,95	1,28	1180	663,5	18,83	1,54
1910	621	10,63	1,71	1110	519	8,69	1,42	1530	669,5	18,86	1,57
1520	682	10,72	1,59	1780	564,5	8,58	1,49	1500	688,5	18.80	1,41
1430	815	10,76	1,65	1060	511	7,86	1,40	1660	663	17,68	1,62
1050	698	10,23	1,64	1270	568	8,10	1,61	1500	712	18,47	1,50
1392	669	10,39	1,67	1263	538	8,26	1,45	1378	681	18,67	1,51

Während dieser drei Perioden wurden folgende Fäcesmengen entleert:

Periode I		Periode II		Periode III	
frisch	trocken	frisch	trocken	frisch	trocken
805	341,59	1223,3	413,74	941,1	374,04
626,1	276,94	980,8	361,38	892	355,12
729	333,22	995,3	367,37	1042,7	389,63
745	325,42	1155,3	406,96	1070,6	389,14
779	338,91	807,5	305,12	802	316,57
823	350.49	1148	420,85	1033	385,18
751,2	327,76	1051,7	379,24	963,6	368,28

Diese Fäces sowie das verfütterte Wiesenheu hatten im trockenen Zustande folgende Zusammensetzung:

	Periode I	Periode II	Periode III	Wiesenheu
Stickstoffhaltige Substanz . .	12,56 %	13,88 %	13,75 %	13,00 %
Aetherextract	5,18	5,05	5,14	5,13
Rohfaser	24,52	24,69	24,49	24,21
N freie Extractstoffe	41,73	40,87	40,76	47,91
Mineralstoffe	16,01	15,51	15,86	9,75
Schwefel	0,39	0,37	0,38	0,36

Digitized by Google

Ausserdem hatte die Analyse des Tränkwassers in je 200 ccm einen Gehalt von 0,1153 g und 0,1151 g $BaSO_4$ entsprechend 0,0079 % Schwefel ergeben.

Mit Hilfe dieser Zahlen berechnet sich jetzt die durchschnittliche Tages-Aufnahme und Ausgabe wie folgt:

Periode I.

Art der Fütterung	Trocken-substanz	Organ. Sub-stanz	Nh-Sub-stanz	Aether-extract	Roh-faser	N freie Extract-stoffe	Mineral-stoffe
1000 g lufttrock. Wiesenheu	870,90	785,99	113,21	44,68	210,84	417,26	84,91
Fäces	327,76	275,28	41,17	16,98	80,36	136,77	52,48
Verdaut	543,14	510,71	72,04	27,70	130,48	280,49	32,43
„ in Proc.	62,37 %	64,98 %	63,65 %	62,00 %	61,41 %	67,22 %	38,19 %
Periode II.							
1000 g lufttrock. Wiesenheu	870,90	785,99	113,21	44,68	210,84	417,26	84,91
183 g Stärke u. 32 g Zucker	182,18	182,18	—	—	—	182,18	—
Summa	1053,08	968,17	113,21	44,68	210,84	599,44	84,91
Fäces	379,24	320,42	52,64	19,15	93,63	155,00	58,82
Verdaut	673,84	647,75	60,57	25,53	117,21	444,44	26,09
„ in Proc.	63,89 %	66,90 %	53,41 %	57,14 %	55,59 %	74,16 %	30,73 %
Periode III.							
1000 g lufttrock. Wiesenheu	870,90	785,99	113,21	44,68	210,84	417,26	84,91
162 g Stärke u. Zucker, 52,5 g Asparagin	191,17	191,17	61,26	—	—	138,67	—
Summa	1062.07	977,16	174,47	44,68	210,84	555,93	84,91
Fäces	368,28	309,87	50,64	18,93	90,19	150,11	58,41
Verdaut	693,79	667,29	123,83	25,75	120,65	405,82	26,50
„ in Proc.	65,32 %	68,29 %	70,98 %	57,63 %	57,22 %	73,00 %	31,21 %

Schliesslich berechnet sich die tägliche Gesammt-Aufnahme und Ausgabe an Stickstoff und Schwefel folgendermassen:

	Periode I		Periode II		Periode III	
	N	S	N	S	N	S
Aufgenommen in Futter und Tränke	18,11 g	3,25 g	18,11 g	3,23 g	27,91 g	3,24 g
Ausgeschieden in den Fäces	6,59	1,28	8,42	1,40	8,10	1,40
Ausgeschieden im Harn	10,39	1,67	8,26	1,45	18,67	1,51
Angesetzt als Fleisch od. Wolle	+1,13	+0,30	+1,43	+0,38	+1,14	+0,33
Verhältniss d. angesetzten N : S =	1 :	0,265	1 :	0,266	1 :	0,288

Digitized by Google

Wie aus obigen Zahlen ersichtlich, hatte die Asparaginbeigabe diesmal ausnahmsweise nur eine Steigerung des Stickstoffgehaltes im Harn, also eine Vermehrung des Stickstoffumsatzes, nicht aber zugleich auch eine Vergrösserung des Stickstoffansatzes, wie sie in den früheren Asparaginfütterungsversuchen stets beobachtet worden war, herbeigeführt[1]). Dieses Resultat ergeben sowohl die Zahlen, welche bezüglich der Aufnahme und Ausgabe des N, als auch diejenigen, welche bezüglich der Aufnahme und Ausgabe des S erhalten worden waren. Beide stimmen diesmal in vollständig befriedigender Weise unter einander überein und bestätigen zugleich auch wieder das bereits früher gefundene Resultat, dass Asparagin eine Vermehrung des Eiweisszerfalles nicht bewirkt.

Die Verdauungsverhältnisse gestalten sich in dieser Versuchsreihe folgendermassen: Bei reiner Heufütterung wurden 63,65 % Heuproteïn verdaut; in Folge der Beifütterung von 21 % Stärke und Zucker zum Wiesenheu sank die Ausnutzung der Eiweissstoffe des letzteren sehr erheblich, nämlich auf 53,41 %. Bei der Asparaginfütterung wurden im Ganzen 70,98 % der verabreichten stickstoffhaltigen Substanzen verdaut. Nimmt man hierbei das aufgenommene Asparagin als vollständig verdaut und resorbirt an, was indess, wie bereits früher eingehend erörtert wurde, wenig wahrscheinlich ist, so würde sich die Ausnutzung des Heuproteïns auf 55,25 % berechnen. Es würde sich demnach selbst unter den ungünstigsten Verhältnissen ein Verdauungscoëfficient herausstellen, der um einige Procente höher ist als der bei Zugabe von N freien Nährstoffen allein gefundene. Bringt man auch hier die den Fäces beigemengten N haltigen Gallenbestandtheile in Abzug, so ergibt sich für das Heu-

1) Leider war gerade diesmal unterlassen worden, zugleich Controlversuche mit Eiweissbeigabe auszuführen, durch welche hätte ermittelt werden können, ob im obigen Falle auch nach Beigabe von Eiweiss nur der Stickstoffumsatz und nicht der Stickstoffansatz vermehrt gewesen wäre. Dass übrigens unter Umständen Beigabe solcher stickstoffhaltigen Substanzen, die zweifellos Nahrungsstoffe sind und eiweissersparend zu wirken vermögen, auf den Stickstoffansatz ohne Einfluss bleiben kann, haben wir bereits in dem kurz zuvor beschriebenen zweiten Asparaginfütterungsversuche zu beobachten Gelegenheit gehabt. Hier vermochte in Periode III Leim-, Stärke- und Zuckerbeigabe keinen stärkeren Eiweissansatz am Körper hervorzurufen als Beigabe von Stärke und Zucker ohne Leim.

Digitized by Google

proteïn in Periode I eine Ausnutzung von 65,79 %, in Periode II eine solche von 55,69 % und in Periode III eine solche von 58,11 %. Da nun letztere Zahl den denkbar minimalsten Werth repräsentirt, der jedoch vermuthlich, wie bereits bemerkt, wegen nicht absolut vollständiger Resorption des Asparagins factisch noch etwas höher war, so hatte hier offenbar das den N freien Nährstoffen beigemengte Asparagin eine für die Ausnutzung des Heuproteïns vortheilhafte Wirkung geäussert, und ist man diesen Ergebnissen gemäss wohl berechtigt, dem Asparagin auch nach dieser Richtung eine dem Eiweiss ähnliche günstige Wirkung zuzuschreiben.

Neben den hier beschriebenen und erörterten Asparaginfütterungsversuchen mit Hammeln wurden gleichzeitig auch derartige Fütterungsversuche mit Gänsen ausgeführt, um hierdurch auch Anhaltspunkte über den Nähreffect des Asparagins im Organismus der Vögel zu gewinnen [1]. Die zu diesem Zwecke ausgewählten zwei Gänse gleichen Alters und gleicher sonstiger Beschaffenheit befanden sich während der ganzen Versuchszeit getrennt in zwei kleinen Ställchen von Eisen [2], welche eigens für diese Versuche hergestellt waren, vorn und hinten eine Oeffnung besassen, durch deren vordere Kopf und Hals und durch deren hintere Schwanz und After des Versuchsthieres hervorragten, so dass die Gans nur stehen oder sitzen, sich aber nicht frei bewegen und umdrehen konnte. An der vorderen Seite war ein eiserner Topf für das Tränkwasser angebracht und an der hinteren befand sich eine verstellbare Vorrichtung, in welche eine grosse Porcellanschale genau hineinpasste. In diese Porcellanschalen entleerten die Gänse ihre Excremente. Der Boden eines jeden Ställchens hatte nach hinten zu etwas Gefälle, bestand aus lackirtem Zinkblech und endete in eine kurze, unmittelbar über

1) Dass Asparagin im Organismus der Vögel in Harnsäure umgewandelt wird, hat bereits v. Knieriem gezeigt (Ztschr. f. Biologie Bd. 13 S. 36). Auch wir vermochten in den Excrementen der Gänse bei Asparaginfütterung niemals Asparagin nachzuweisen.

2) Aehnliche Ställchen wurden von mir bereits früher (vgl. Landw. Versuchsstationen Bd. 21 S. 413) und auch von v. Knieriem bei seinen Fütterungsversuchen mit Vögeln benutzt.

Digitized by Google

der Porcellanschale mündenden Rinne. Fiel daher, was jedoch nur ganz ausnahmsweise vorkam, etwas von den Excrementen auf den Boden, so konnte dies leicht mittels einer Spritzflasche in die Schale gespült werden. Um ausserdem auch einen Verlust an Excrementen zu vermeiden, welcher vielleicht dadurch entstehen konnte, dass dieselben bisweilen über die Schale hinaus entleert wurden, hatte man am Ende jeder Schale einen leicht entfernbaren, halbrunden Schirm von lackirtem Zinkblech angebracht, der ca. $^{1}/_{2}$ ^{cm} in die Schale hineinragte und so die über die Schale hinaus geschleuderten Excremente auffing und in die Schale herablaufen liess. Auf diese Weise war es möglich, jeden Verlust an Excrementen zu verhüten, und gelang es leicht, dieselben quantitativ zu sammeln. Um letzteres auszuführen, wurde während jeder Versuchsperiode regelmässig Früh 8 Uhr bei jedem Ställchen eine leere, tarirte Porcellanschale eingesetzt und diese nach Verlauf von 24 Stunden und nach Abspülen etwa hängen gebliebener Excrementreste vom Boden und Schirm mittels destillirten Wassers, sowie nach sorgfältiger Entfernung etwa vorhandener obenauf schwimmender Federchen mit den darin befindlichen Excrementen genau gewogen. Unmittelbar nach dem Herausnehmen der mit Excrementen gefüllten Schale ersetzte man letztere durch eine neue leere. Sobald die mit den innerhalb 24 Stunden entleerten Excrementen und etwas Spülwasser gefüllten Schalen gewogen waren, wurde deren Inhalt mittels eines grossen Pistilles gleichmässig zerrührt, bis Alles eine vollständig homogene Flüssigkeit darstellte, und hierauf unter stetem Umrühren Proben zur Trockensubstanzbestimmung und Analyse entnommen. Die eigenthümliche Beschaffenheit der Vogelexcremente, welche Koth und Harn zusammen enthalten, bringt es mit sich, dass man, um richtige Durchschnittsproben zu erhalten, hierbei sehr sorgfältig verfahren muss und die Probe nicht eher nehmen darf, als bis man sich überzeugt hat, dass eine vollständige und gleichmässige Mischung der festen und flüssigen Theile erfolgt ist. Die auf diese Weise erhaltene Probe von etwa 300 bis 400^{g} wurde jetzt auf dem Wasserbad zur Trockene verdampft und so lange getrocknet, bis die Masse eine harte und spröde Beschaffenheit angenommen hatte. Alsdann liess man die trockenen Excremente einige Tage im Zimmer stehen, bis

Digitized by Google

sie lufttrocken geworden waren, wog sie hierauf, nahm den Inhalt aus der Schale heraus und pulverisirte ihn möglichst schnell, was sehr leicht von statten ging, und brachte ihn in luftdicht verstopselte Flaschen. Diese lufttrockenen, pulverisirten Excremente eines jeden Thieres, welche an den einzelnen Versuchstagen gewonnen worden waren, dienten später zur Ermittelung des Stickstoffgehaltes. In allen Versuchsperioden reagirten die Gänseexcremente stets sauer und stand daher ein N-Verlust beim Abdampfen und Trocknen derselben nicht zu befürchten.

Als Futter erhielten die beiden Versuchsgänse in den verschiedenen Perioden verschiedene Gemische von Stärke mit Kleie, resp. mit Kleie und Asparagin, resp. mit Leim, resp. mit Leim und Asparagin, welche in ihren einzelnen Bestandtheilen genau abgewogen, sorgfältig vermengt, hierauf durch Zusatz von etwas kochendem Wasser zu einer zähen plastischen Masse zusammengeknetet und zu Nudeln geformt wurden. Diese Nudeln trocknete man und bewahrte sie in genügend vorräthigen Massen derart auf, dass sich ihr Trockensubstanzgehalt nicht verändern konnte. Genau abgewogene Mengen dieser Nudeln wurden den Versuchsthieren in den einzelnen Perioden durch täglich viermaliges Stopfen: Früh 7 Uhr, Vormittags 11 Uhr, Nachmittags 3 Uhr und Abends 8 Uhr beigebracht. Auf diese Weise gelang es leicht, eine regelmässige und vollständige Futteraufnahme in der gewünschten Höhe und ohne dass jemals irgend welche Reste übrig blieben zu erzielen. Wasser konnten die Versuchsthiere nach Belieben aufnehmen und consumirten davon täglich etwa 1¾ Liter.

Zur Herstellung der erforderlichen Nudelmengen wurden jedesmal folgende Substanzmengen genau abgewogen und mit ihnen in der bereits angegebenen Weise verfahren:

1. 750^g Kleie und 250^g Stärke, enthaltend 18,2^g N als Eiweiss.
2. 375^g Kleie, 48,7^g Asparagin und 576^g Stärke, enthaltend 18,2^g N und zwar die eine Hälfte des N als Eiweiss, die andere als Asparagin.
3. 375^g Kleie und 625^g Stärke, enthaltend 9,1^g N als Eiweiss.
4. 121,4^g Leim, 873,6^g Stärke und 5,0^g Heuasche, enthaltend 18,2^g N als Leim.

Digitized by Google

5. 60,7g Leim, 48,7g Asparagin, 885,6g Stärke und 5,0g Heuasche, enthaltend 18,2g N und zwar die eine Hälfte des N als Leim, die andere als Asparagin.

Die zu den Versuchen verwendete Kleie enthielt im trockenen Zustande 2,70 % N. Das Asparagin bestand aus chemisch reinen Krystallen, und der Leim hatte den bereits früher angegebenen Trockensubstanz- und N-Gehalt.

Nachdem die für die einzelnen Fütterungsperioden erforderlichen Nudelmengen fertig hergestellt und in luftdicht verschlossene, grosse Glasflaschen gebracht waren, wurden von ihnen Durchschnittsproben genommen und in diesen nochmals der Stickstoffgehalt bestimmt. Dem jetzt gefundenen N-Gehalte gemäss wurden nun die zur Gewinnung bestimmter N-Mengen im Futter erforderlichen Nudelquantitäten berechnet, die einzelnen für eine Versuchsperiode ausreichenden Tagesrationen sofort abgewogen und in Glasbüchsen bis zur Verfütterung aufbewahrt.

Die Fütterungsweise in den einzelnen Versuchsperioden war pro Tag und Thier folgende:

Periode I Gans I: 250g Nudeln mit 4,70g N in Form von Eiweiss.
„ I „ II: 250g „ „ 4,70g N „ „ „ „
Periode II Gans I: 239,8g Nudeln mit 4,70g N, wovon die eine Hälfte des N als Eiweiss, die andere als Asparagin vorhanden.
„ II „ II: 247,4g Nudeln mit 2,35g N und zwar in Form von Eiweiss.
Periode III Gans I: 247,4g Nudeln mit 2,35g N und zwar in Form von Eiweiss.
„ III „ II: 239,8g „ „ 4,70g N, wovon die eine Hälfte des N als Eiweiss, die andere als Asparagin vorhanden.
Periode IV Gans I: 250g Nudeln mit 4,70g N in Form von Eiweiss.
„ IV „ II: 250g „ „ 4,70g N „ „ „ „
Periode V Gans I: 235,0g Nudeln mit 4,70g N in Form von Leim.
„ V „ II: 229,3g „ „ 4,70g N, wovon die eine Hälfte des N als Leim, die andere als Asparagin vorhanden.
Periode VI Gans I: 229,3g Nudeln mit 4,70g N, wovon die eine Hälfte des N als Leim, die andere als Asparagin vorhanden.
„ VI „ II: 235,0g Nudeln mit 4,70g N in Form von Leim.

In allen Versuchsperioden nahm jede Gans täglich, wie aus obiger Zusammenstellung ersichtlich, ungefähr 0,25kg lfttr. Nudeln, also immer nahezu die gleiche Trockensubstanzmenge auf. Dieses der Quantität nach gleiche Futter war jedoch seiner Qualität nach sehr verschieden. Es enthielt täglich zwar die gleiche N-Menge, nämlich 4,70g, aber dieser N war in sehr verschiedener Form und

Digitized by Google

zwar theils ausschliesslich als Eiweiss, theils als Eiweiss und Asparagin, theils ausschliesslich als Leim, theils als Leim und Asparagin vorhanden. In zwei Fällen (Periode II Gans II und Periode III Gans I) wurde nur die Hälfte des N, nämlich 2,35g pro Tag, in Form von Eiweiss gereicht, um auf diese Weise ein Urtheil zu gewinnen, ob diese N-Menge gleichwerthig der doppelten, in der jedoch ebenfalls nur 2,35g als Eiweiss und die anderen 2,35g N als Asparagin enthalten waren. In derselben Weise wie hier das Verhalten des Asparagins zum Eiweiss sollte durch die in den beiden letzten Perioden innegehaltene Fütterungsweise der Werth des Asparagins gegenüber demjenigen des Leimes verglichen werden. Periode I und IV, in denen beiden Versuchsthieren das gleiche, 4,70g N als Eiweiss enthaltende Futter gereicht wurde, waren den folgenden Perioden II und III, resp. V und VI gegenüber als Normalperioden zu betrachten, die als Grundlage für alle übrigen Beobachtungen dienen sollten. Durch die hier geschilderte Versuchsanordnung, bei welcher regelmässig bestimmte Mengen von Stickstoff in sehr verschiedener Form zur Aufnahme gelangten und gleichzeitig der in den Excrementen ausgeschiedene N täglich bestimmt wurde, durfte wohl erwartet werden, möglichst sichere Anhaltspunkte über den Werth der verschiedenartigen Nh-Substanzen, insbesondere über denjenigen des Asparagins zu erlangen.

Durch Umkehrung der Fütterung in Periode III und VI gegenüber Periode II und V liessen sich ausserdem etwa durch die vorhergehende Fütterungsweise noch vorhandene Einflüsse besser beurtheilen und konnte in Periode II und III zugleich auch die Wirkung des Asparagins sowohl nach vorhergegangener eiweissreicher als auch nach eiweissarmer Fütterung festgestellt werden.

Jeden Morgen vor dem ersten Stopfen wurden die beiden Versuchsgänse, welche ungefähr ein Alter von 7 Monaten besassen und vor Beginn des Versuches ganz gleichmässig gefüttert worden waren, regelmässig gewogen.

Alles Weitere ergeben nachfolgende Tabellen, in denen die in den verschiedenen Versuchsperioden bei jedem Thiere für Lebendgewicht und Gesammtexcremente sowie für die Stickstoffausscheidung gewonnenen Resultate übersichtlich zusammengestellt sind.

Digitized by Google

Periode I.

Aufnahme pro Tag und Thier: 250g Nudeln mit 4,70g N in Form von Eiweiss[1]).

Datum 1879	Gans I				Gans II			
	Lebendgewicht	Gewichte der frischen | lufttr. Excremente		N	Lebendgewicht	Gewichte der frischen | lufttr. Excremente		N
	g	g	g	g	g	g	g	g
Nov. 15.	3050	1538,5	160,44	4,86	2870	1835,0	179,46	5,38
16.	3110	1616,5	160,68	4,60	2860	1900,5	169,33	5,11
17.	3040	1449,6	164,38	4,87	2750	1486,0	170,44	5,16
18.	3060	1661,0	168,09	5,04	2790	1967,9	165,89	4,83
19.	3125	1607,4	168,62	5,01	2840	1683,0	177,39	5,18
20.	3070	1446,5	165,05	4,92	2782	1738,0	165,63	4,90
21.	3075	1580,0	167,64	4,95	2780	1568,4	170,80	5,00
22.	3070	1481,2	167,23	5,02	2770	1671,5	161,97	4,96
Mittel	3075	1547,6	165,27	4,91	2805	1731,3	170,11	5,07

Periode II.

Aufnahme pro Tag: Gans I 239,8g Nudeln mit 4,70g N, wovon die eine Hälfte als Eiweiss, die andere als Asparagin vorhanden; Gans II 247,4g Nudeln mit 2,35g N als Eiweiss.

Datum 1879	Gans I				Gans II			
	Lebendgewicht	Gewichte der frischen | lufttr. Excremente		N	Lebendgewicht	Gewichte der frischen | lufttr. Excremente		N
	g	g	g	g	g	g	g	g
Nov. 23.	3110	1154,6	155,76	5,09	2790	1360,7	157,16	5,08
24.	3060	1073,0	157,30	4,99	2770	1462,5	162,34	2,87
25.	3040	1194,4	151,93	4,74	2770	1587,0	155,37	2,52
26.	2980	1116,4	155,29	4,81	2690	1252,9	163,25	2,55
27.	2970	1230,9	146,48	4,57	2680	1404,6	166,02	2,56
28.	2940	1139,5	150,98	4,76	2655	1313,9	162,53	2,49
29.	2775	887,9	154,94	4,87	2675	1335,2	158,76	2,43
30.	2890	1079,0	156,56	4,98	2660	1450,9	157,28	2,53
Dec. 1.	2830	962,5	151,79	4,86	2600	1295,0	158,77	2,51
2.	2805	1034,0	150,96	4,54	2535	1347,3	161,14	2,58
3.	2820	1030,0	150,69	4,78	2575	1252,5	158,94	2,46
4.	2830	1069,3	151,41	4,81	2575	1287,2	160,39	2.52
Mittel	— 245[3])	1080,9	152,84	4,77[2])	— 230[3])	1362,5	160,16	2,52[2])

1) Dieses Futter hatten beide Gänse bereits vom 10 November ab erhalten.

2) Die Mittelzahlen für N sind nach Abzug der beiden ersten Versuchstage berechnet, da erst von dieser Zeit ab augenscheinlich Gleichmässigkeit in der N-Ausscheidung eingetreten war.

3) Differenz zwischen dem mittleren Lebendgewicht der Periode I und dem am letzten Tage der Periode II gefundenen.

Digitized by Google

Periode III.

Aufnahme pro Tag: genau umgekehrt wie in der vorhergehenden Periode, so dass diesmal Gans I das Futter von Gans II und Gans II das Futter von Gans I erhielt.

Datum	Gans I				Gans II			
	Lebendgewicht	Gewichte der frischen Excremente	Gewichte der lufttr. Excremente	N	Lebendgewicht	Gewichte der frischen Excremente	Gewichte der lufttr. Excremente	N
	g	g	g	g	g	g	g	g
Dec.								
5.	2800	1265,1	160,54	2,70	2600	1423,2	151,71	4,54
6.	2790	1292,5	157,17	2,44	2600	1188,5	157,60	4,81
7.	2780	1319,5	160,45	2,42	2602	1358,8	155,17	4,70
8.	2768	1085,0	161,56	2,49	2582	1492,5	153,73	4,63
9.	2765	1105,0	158,68	2,43	2565	1185,6	147,61	4,34
10.	2730	1129,5	163,66	2,47	2555	1189,5	156,30	4,67
11.	2790	1230,0	152,52	2,44	2582	1525,3	149,02	4,53
12.	2780	1398,2	160,37	2,57	2605	1673,0	145,05	4,42
13.	2700	986,0	147,90	2,43	2600	1430,8	147,52	4,46
14.	2730	1093,5	149,59	2,53	2610	1450,5	143,60	4,49
Mittel	— 100[1])	1190,4	157,24	2,49	+ 35[1])	1391,8	150,73	4,56

Periode IV.

Aufnahme pro Tag und Thier 250,0g Nudeln mit 4,70g N als Eiweiss[2]).

Datum 1880	Gans I				Gans II			
	Lebendgewicht	Gewichte der frischen Excremente	Gewichte der lufttr. Excremente	N	Lebendgewicht	Gewichte der frischen Excremente	Gewichte der lufttr. Excremente	N
	g	g	g	g	g	g	g	g
Jan.								
12.	3590	1944,4	164,11	4,61	3240	2064,7	161,25	4,45
13.	3570	1843,5	170,16	4,76	3310	2095,5	157,16	4,40
14.	3560	1741,0	164,18	4,61	3290	1888,4	167,31	4,45
15.	3490	1597,5	169,81	4,92	3300	1927,9	159,05	4,58
16.	3540	1750,2	161,89	4,68	3280	1710,5	164,89	4,67
17.	3520	1858,2	163,34	4,75	3290	1782,7	164,01	4,72
18.	3520	1932,3	166,18	4,94	3310	1891,0	157,33	4,59
19.	3510	1847,9	168,16	4,89	3220	2090,0	157,17	4,73
Mittel	3538	1814,4	165,98	4,77	3280	1931,3	161,02	4,57

1) Differenz zwischen den am letzten Tage der Periode II und Periode III gefundenen Lebendgewichten.

2) Dieses Futter hatten beide Gänse bereits seit einigen Tagen erhalten.

Digitized by Google

Periode V.

Aufnahme pro Tag: Gans I 235,0 g Nudeln mit 4,70 g N in Form von Leim und Gans II 229,3 g Nudeln mit 4,70 g N, wovon die eine Hälfte in Form von Leim, die andere als Asparagin vorhanden.

Datum	Gans I				Gans II			
	Lebendgewicht	Gewichte der frischen Excremente	Gewichte der lufttr. Excremente	N	Lebendgewicht	Gewichte der frischen Excremente	Gewichte der lufttr. Excremente	N
	g	g	g	g	g	g	g	g
Jan.								
20.	3530	1014,5	177,74	4,91	3250	1424,1	192,25	4,88
21.	3460	1196,5	191,56	5,44	3195	1446,3	197,28	5,11
22.	3420	1165,6	177,64	5,13	3150	1576,7	195,51	4,87
23.	3350	1293,5	188,46	5,43	3110	1591,0	196,01	4,92
24.	3310	1705,5	193,57	4,90	3090	1579,7	190,20	4,95
25.	3260	1602,0	185,99	4,95	3050	1584,5	197,59	5,37
26.	3220	1564,5	188,05	5,02	3060	1611,8	191,48	4,69
27.	3190	1640,5	187,51	4,93	3010	1599,5	192,90	5,11
28.	3190	1723,1	178,17	4,35	2990	1744,2	187,68	4,90
29.	3160	1539,8	161,83	4,34	2940	1614,7	193,60	5,34
Mittel	— 378[2])	1397,8[1])	186,32[1])	5,09[1])	—340[2])	1577,3	193,45	5,01

Wenden wir uns jetzt zu einer näheren Betrachtung und Besprechung vorstehender in den 6 Fütterungsperioden erhaltener Resultate, so macht sich zunächst für Periode I bemerkbar, dass beide Gänse, welche bereits seit mehreren Tagen ganz gleichmässig gefüttert worden waren, bei dem in dieser Periode verabreichten Normalfutter ungefähr das gleiche Lebendgewicht behielten. Auch die Gewichte der täglich ausgeschiedenen lufttrockenen Excremente sowie diejenigen des Stickstoffes zeigten gute Uebereinstimmung, und nur bei den frischen Excrementen traten an den verschiedenen Tagen oft nicht unerhebliche Schwankungen auf, die auf einen wechselnden Wassergehalt zurückzuführen sind. Bei allen Perioden ist ersichtlich, dass beim Uebergang von der einen Fütterung zu einer andern sehr schnell, meist schon am 2. oder 3. Tag, der Hauptsache nach wieder Gleichmässigkeit in der Stickstoffausscheidung

1) Bei Berechnung dieser Mittelzahlen sind die am 28. und 29. Januar erhaltenen Resultate unberücksichtigt geblieben, da dieselben offenbar in Folge bei diesem Thiere eingetretener Verstopfung und ungenügender Entleerung der Excremente etwas zu niedrig waren.

2) Aus der Differenz (wie in Periode II) berechnet.

Digitized by Google

Periode VI.

Aufnahme pro Tag: Gans I 229,3g Nudeln mit 4,70g N, wovon die eine Hälfte in Form von Leim, die andere in Form von Asparagin vorhanden; Gans II vom 30. Januur bis 3. Februar 235,0g Nudeln mit 4,70g N als Leim, vom 4. bis 8. Februar 229,3g Nudeln mit 4,70g N (1/2 als Leim, 1/2 als Asparagin) und vom 9. bis 10. Februar 235,0g Nudeln mit 4,70g N als Leim.

Datum	Gans I				Gans II			
	Lebendgewicht	Gewichte der frischen Excremente	Gewichte der lufttr. Excremente	N	Lebendgewicht	Gewichte der frischen Excremente	Gewichte der lufttr. Excremente	N
	g	g	g	g	g	g	g	g
Jan. 30.	3180	1466,0	220,78	5,06	2965	1637,0	179,25	4,66
31.	3130	1378,8	190,69	4,75	2940	1605,5	190,89	4,73
Febr. 1.	3130	1118,5	173,37	4,28	2920	1736,0	201,20	4,63
2.	3090[2])				2970	1224,9	190,47	4,88
3.					2960	1411,0	198,39	4,82
Mittel					+20[1])	1522,9	192,04	4,74
Febr. 4.					2780	1812,5	219,49	5,31
5.					2730	1618,0	201,28	5,45
6.					2710	1765,0	201,39	5,64
7.					2700	1561,0	204,65	5,26
8.					2650	1712,5	204,64	5,12
Mittel					—310[1])	1693,8	206,29	5,36
Febr. 9.					2690	1573,0	189,70	4,17
10.					2690[2])		36,50	1,50

eingetreten war. Die Excremente beider Gänse hatten in Periode I, II, III und IV eine hellbraune Farbe; während der Leim- und Leim- + Asparaginfütterung waren dieselben regelmässig rein gelb gefärbt; alle nahmen beim Eindampfen und Trocknen eine braune Farbe an, mit Ausnahme der Leim- + Asparaginexcremente, welche sich bei beiden Thieren in der Wärme allmählich dunkelgrün färbten. Vergleicht man die durchschnittliche Stickstoff-Aufnahme und Ausgabe der beiden Gänse in der ersten Periode, so ergibt sich, dass die Thiere, trotz Verabreichung von 4,70g N pro Tag in Form von Eiweiss, noch nicht im vollen Stickstoffgleichgewicht

1) Aus der Differenz (wie in Periode III) berechnet.

2) Gewichte der am 2. resp. am 11. Februar Morgens in den Ställchen todt vorgefundenen Gänse.


Digitized by Google

standen, sondern durchschnittlich pro Tag noch 0,21 resp. 0,37g N vom Körper abgaben.

In der zweiten Periode sank das Lebendgewicht der beiden Versuchsgänse während der ersten 8 Tage um ca. 245 resp. 230g und blieb dann in den letzten 4 Tagen, wenigstens bei Gans I, welche Asparagin erhielt, constant. Diese Gewichtsabnahme war vermuthlich eine Folge davon, dass den beiden noch im Wachsthum begriffenen Thieren in dieser Periode nur die Hälfte des in der vorhergehenden Periode verabreichten Eiweisses gegeben wurde; sie war bei Gans I, welche neben 2,35g N als Eiweiss zugleich auch 2,35g N in Form von Asparagin erhalten hatte, ungefähr in gleichem Maasse vorhanden wie bei Gans II, welche ausser den 2,35g Eiweissstickstoff keine andere stickstoffhaltige Substanz aufnahm. Die Stickstoffausscheidung in den Excrementen war bei beiden Gänsen bereits am 3. Tage dieser Periode gleichmässig geworden, was besonders bei Gans II, welche nur die Hälfte von dem in der vorhergehenden Periode verabreichten Stickstoff consumirte, recht deutlich hervortritt. Ein Vergleich der Aufnahme und Ausgabe an Stickstoff zeigt uns, dass im Durchschnitt von der Asparagingans täglich 0,07g, dagegen von der andern Gans 0,17g N vom Körper abgegeben wurden, dass also der Stickstoffverlust bei Asparaginfütterung nicht ganz halb so gross war als ohne dieselbe.

Weit günstiger als in Periode II gestaltet sich das Resultat für die Asparaginfütterung in Periode III, wo die beiden Versuchsthiere in umgekehrter Weise wie zuvor gefüttert wurden und Gans II, welche bisher weniger Anlage zum Stickstoffansatz gezeigt hatte, Asparagin neben der gleichen Menge Eiweiss erhielt. Hier ergab sich zunächst bezüglich des Lebendgewichtes, dass Gans I gegenüber der vorhergehenden Periode noch weiter und zwar innerhalb der 10 Versuchstage 100g abnahm, während die Asparagingans II eine kleine Körpergewichtszunahme zeigte. In Uebereinstimmung hiermit erwies sich die Stickstoffbilanz. Es berechnet sich nämlich, dass Gans I durchschnittlich pro Tag 0,14g N vom Körper abgab, während die Asparagingans II genau die gleiche Stickstoffmenge am Körper ansetzte [1]). Der Effect der Asparaginbeigabe trat also nach

1) Auch bei v. Knieriem's Versuchen trat nach Verfütterung von

Digitized by Google

dem eiweissärmeren Futter, welches in Periode II an Gans II verabreicht worden war, weit deutlicher hervor als nach dem eiweissreichen, welches man in Periode I an Gans I verfüttert hatte. Diese Beobachtung steht insofern im vollen Einklange mit den bei den Schaf-Asparaginfütterungsversuchen gewonnenen Resultaten, als bei der ersten, bereits früher[1]) veröffentlichten Versuchsreihe, in welcher die Schafe ein sehr eiweissarmes Futter (500g Heu und 250g Stärke und Zucker) aufnahmen, der Nähreffect des Asparagins weit schärfer bemerkbar war wie in allen nachfolgenden Versuchen, in welchen den Schafen neben einer geringeren Stärkebeigabe das doppelte Heuquantum und somit zugleich auch die doppelte Eiweissmenge verabreicht wurde.

Die in Periode III bei Gans I und II beobachteten Stickstoffdifferenzen von — 0,14g und + 0,14g sind zwar an und für sich nicht sehr gross, fallen jedoch dadurch ins Gewicht, dass sie an kleinen Thieren von nur etwa 2,5kg Lebendgewicht erhalten wurden. Berechnet man die hier gefundenen Werthe auf 65kg, das Lebendgewicht eines Schafes, wie es zu den Asparaginfütterungsversuchen verwendet worden war, so erhält man die Zahl 3,6g, mithin einen Stickstoffansatz, der bereits sehr erheblich ist.

In der jetzt folgenden Periode IV reichte man jeder der beiden Gänse, welche inzwischen mit einer ca. 4,70g N enthaltenden Menge Gerstenschrot pro Tag und Thier gefüttert worden waren und hierbei derart zugenommen hatten, dass ihr Körpergewicht schwerer als zu Anfang des Versuches war, täglich genau dasselbe Futter wie in Periode I. Gans I verlor bei dieser Fütterung noch etwas an Gewicht, während Gans II sich nahezu constant erhielt. Bei ersterem Thier ergab sich ein Stickstoffverlust von 0,07g und bei letzterem ein Stickstoffansatz von 0,13g durchschnittlich pro Tag.

Als hierauf in der Periode V beiden Gänsen alles Eiweiss im Futter entzogen und theils durch eine gleichfalls 4,70g N enthaltende

Asparagin, Glycin und Leucin vermuthlich eine Verminderung der Eiweisszersetzung im Körper ein, wenigstens berechnet sich aus der Stickstoff-Aufnahme und Ausgabe, dass die Versuchsthiere, welche bisher regelmässig noch Stickstoff vom Körper abgegeben hatten, während der Verabreichung der oben angegebenen Substanzen Stickstoff ansetzten.

1) a. a. O.


Digitized by Google

Menge Leim, theils durch ein dem N-Gehalte nach äquivalentes Gemenge von Leim und Asparagin ersetzt wurde, nahmen beide Thiere regelmässig ab und verloren innerhalb der 10 Versuchstage 378 resp. 340 g an Gewicht. Mit dieser Gewichtsabnahme standen die für die Stickstoffausscheidung beobachteten Zahlen im Einklange, aus denen hervorging, dass beide Versuchsthiere Stickstoff vom Körper abgaben und zwar Gans I durchschnittlich pro Tag 0,39 g, Gans II, welche die Hälfte des Leims durch Asparagin ersetzt erhalten hatte, 0,31 g. Die Leimgans I war gegen das Ende dieser Periode weit weniger munter als die Leim-Asparagingans II. Besonders an den letzten beiden Versuchstagen, den 28. und 29. Januar, war ersteres Thier sehr schwach und matt und entleerte an diesen Tagen offenbar auch weniger Fäces als zuvor. In der nächsten Periode VI sollte diese Gans dasjenige Futter erhalten, welches in Periode V Gans II gereicht worden war. Thatsächlich wurden ihr auch an den 3 ersten Tagen die erforderlichen Mengen von Nudeln beigebracht; indess nahm sie hierbei sichtlich mehr und mehr an Kräften ab, erbrach am 3. Tage bald nach dem letzten Stopfen eine schleimige Masse und wurde am 4. Tage Morgens in ihrem Ställchen todt vorgefunden. Bei der Section zeigte sich der Magen mässig gefüllt, der ganze Darmkanal stark entzündet und mit harter, ziemlich trockener Futtermasse derart vollgestopft, dass er sich hart anfühlte. Im Uebrigen befand sich die Gans noch in sehr gutem Ernährungszustande und hatte reichlich Fett am Körper abgelagert[1]).

Gans II, welche sich während der Periode V vollständig munter und normal gezeigt hatte, erhielt in Periode VI das gleiche Futter, wie es in Periode V Gans I verabreicht worden war, nämlich täglich 235,0 g Nudeln mit 4,70 g N als Leim. Während dieser Fütterung verlor das Thier sichtlich an Munterkeit, litt offenbar an Verstopfung und entleerte daher wahrscheinlich den Darm nur unvollständig. Diesem Umstand ist es daher wohl hauptsächlich zuzuschreiben,

1) Ganz dieselben Erscheinungen hatten sich auch bei den bereits früher (a. a. O.) mitgetheilten Asparaginfütterungsversuchen mit Kaninchen und Hühnern gezeigt. Stets blieben die mit Asparagin gefütterten Thiere munterer und lebten länger als diejenigen, welche nur Leim erhielten.

Digitized by Google

dass das Körpergewicht des Thieres nicht weiter sank und auch die Stickstoffausscheidung eine geringere war als in der vorhergehenden Periode, so dass sich bei einem Vergleich der Stickstoff-Aufnahme mit der Stickstoff-Ausgabe diesmal sogar ein kleiner Ansatz von durchschnittlich 0,03 g N pro Tag berechnete.

Nach 5 Tagen wurde mit der Leimnudelfütterung abgebrochen und jetzt 5 Tage lang wieder wie früher täglich 229,3 g Leim-Asparaginnudeln mit 4,70 g N gereicht. Bei dieser Fütterung zeigte sich das Thier wieder etwas munterer als bei der vorhergehenden Ernährungsweise, entleerte auch sichtlich wieder sehr reichlich seine Excremente, in Folge dessen wohl hauptsächlich das Körpergewicht plötzlich vom 3. bis zum 4. Februar um ca. 200 g sank und von da ab auch noch allmählich weiter abnahm. Wohl aus demselben Grunde stieg auch die tägliche Stickstoffausscheidung vom 4. Februar ab plötzlich, so dass sich jetzt durchschnittlich eine Stickstoffdifferenz von — 0,66 g pro Tag herausstellte.

Nachdem die Gans am 9. Februar von neuem Leimnudeln erhalten hatte, wurde sie bald wieder auffällig matt, so dass ihr am 10. Februar nur etwa 3/4 der Tagesration beigebracht werden konnten. Es trat an diesem Tage mehrmals Erbrechen ein, wobei das Thier einen Theil der bereits aufgenommenen Nudeln wieder herausschleuderte. Excremente wurden an diesem Tage nur sehr wenig entleert. In diesen Excrementen schwammen zahlreiche gelatinöse Stückchen, welche sich allen mit ihnen angestellten Reactionen nach als unveränderter Leim erwiesen. Eine derartige Ausscheidung von unverdautem Leim war früher niemals vorgekommen; vielmehr hatten die Darmexcremente bis dahin immer noch ihre normale Beschaffenheit gezeigt und sich gegenüber denjenigen, welche von der normalen Fütterungsweise herstammten, nur dadurch unterschieden, dass sie weit härter und fester waren. Am Morgen des 11. Februar wurde Gans II todt im Ställchen vorgefunden. Das Gewicht des todten Körpers war dasselbe wie das Lebendgewicht an den beiden vorhergehenden Tagen. Die Section ergab die gleichen Resultate wie bei Gans I. Auch diese Gans befand sich noch in gutem Ernährungszustande und hatte reichlich Fett abgelagert. Der Darm war wieder stark mit fester Futter-

Digitized by Google

masse vollgestopft und im Kropf fanden sich noch scheinbar unveränderte Nudeln vor. Der Inhalt des gesammten Verdauungsapparates wurde sorgfältig gesammelt, getrocknet, gewogen und der Stickstoffgehalt durch Verbrennen mit Natronkalk ermittelt. Desgleichen wurde die Gesammtmenge der am 10. Februar entleerten Excremente zur Trockene verdampft, gewogen und Stickstoffbestimmungen ausgeführt. Hierbei ergaben sich 123,2 g lfttr. Inhalt des Verdauungsapparates mit 1,66 % N, ferner 36,5 g lfttr. Excremente mit 4,12 % N und ausserdem ca. 90 g Nudeln, welche von der Tagesration am 10. Februar übrig geblieben, resp. von der Gans wieder unverändert ausgegeben worden waren, mit 2,00 % N, so dass im Ganzen 5,35 g N zusammen übrig blieben.

Weitere Schlüsse aus Periode V und VI zu ziehen unterlassen wir wegen der offenbar ungleichmässigen Ausscheidung der Excremente und begnügen uns, hier nur nochmals hervorzuheben, dass die in Periode I, II und III erhaltenen Resultate bei beiden Versuchsthieren entschieden dafür sprechen, dass das Asparagin auch bei der Ernährung der Vögel insofern eine Bedeutung hat und als Nahrungsstoff anzusehen ist, als es ebenso wie dies früher beim Pflanzenfresser gezeigt wurde, ganz besonders bei eiweissarmer Nahrung das Eiweiss theilweise zu vertreten und dadurch Stickstoffansatz herbeizuführen im Stande ist.

Nachdem die Wirkung des Asparagins bei verschiedenen Thieren und unter verschiedenen Verhältnissen mit Bezug auf das Verhalten zum Stickstoff-Umsatz und Ansatz im Körper geprüft worden war, sollte schliesslich durch weitere Fütterungsversuche zu ermitteln versucht werden, ob event. welchen Einfluss das Asparagin auf die Milchproduction äussert.

Bekannt ist, dass, abgesehen von gewissen Eigenschaften der Thiere selbst (Rasse, Individualität, Lactationsdauer), welche die Milchproduction unter Umständen im hohen Maasse zu beeinflussen vermögen, die Höhe des Eiweissgehaltes im Futter hauptsächlich für eine reichliche Production von Milch maassgebend ist. Je mehr Eiweiss ein milchproducirendes Thier aufnimmt, desto grösser wird unter sonst gleichen Bedingungen die Menge der von ihm gelieferten

Digitized by Google

Milch sein. Denn die Bildung der Milch beruht zum grossen Theil auf einem Zerfall der Milchdrüsenzellen, und zu deren Neubildung ist reichliche Zufuhr von Eiweiss in der Nahrung erforderlich. Wir haben es daher im Körper des milchproducirenden Thieres mit einem regen Stickstoffumsatz zu thun, und alle diesen Umsatz fördernden Mittel pflegen auch auf den Milchertrag günstig einzuwirken, während Eiweissansatz im Körper die Milchproduction benachtheiligt. Daher geben Thiere, welche Neigung zur Mast haben, unter übrigens gleichen Umständen weniger Milch als solche, bei denen dies nicht der Fall ist; denn das Futter wird bei ersteren hauptsächlich zur Bildung und Ablagerung von Fleisch und Fett, bei letzteren dagegen zur Production von Milch verwendet.

Viele der als vorzügliche Milchfuttermittel anerkannten vegetabilischen Substanzen enthalten ausser reichlichen Mengen von Eiweiss zugleich auch einen nicht unbeträchtlichen Theil ihres Stickstoffes in Form von Amidokörpern, insbesondere von Asparagin. Es entsteht nun die Frage, inwieweit dieser in den vegetabilischen Futtermitteln oft in sehr beachtenswerther Menge vorkommende Theil des Stickstoffes, welcher nicht als Eiweiss vorhanden ist, für die Milchproduction Bedeutung besitzt. Unter Berücksichtigung unserer bisherigen Versuchsresultate über die Bedeutung des Asparagins für die Ernährung des thierischen Organismus ist zu erwarten, dass das Asparagin, insofern als es Eiweiss zu sparen vermag, auch für die Milchproduction günstig wirkt und zu deren Vermehrung indirect beiträgt. Mit dieser Annahme stehen auch die in der landwirthschaftlichen Praxis gemachten Beobachtungen und Erfahrungen insofern im Einklange, als, wie bereits oben bemerkt, viele als gute Milchfuttermittel bekannte Vegetabilien oft einen grossen Theil ihres Stickstoffs in Form von Amidokörpern enthalten und vermuthlich keinen derartig günstigen Effect hervorzubringen vermöchten, wenn dieser als Nicht-Eiweiss vorhandene Stickstoff absolut werthlos wäre.

Jedem Landwirth ist z. B. bekannt, dass junges Weidegras und überhaupt junge Futterpflanzen für die Milchproduction eine weit vortheilhaftere Wirkung äussern als dieselben Pflanzen im älteren Vegetationsstadium. Erstere sind weit stickstoffreicher als

Digitized by Google

letztere, aber sie besitzen einen beträchtlichen Theil, oft ca. 1/3 ihres Stickstoffes in Form von Säureamiden und Amidosäuren, während die älteren Futterpflanzen arm an diesen Körpern sind und ihren Stickstoff fast ausschliesslich in Form von Eiweissstoffen enthalten. Wollte man nun hier und in allen ähnlichen Fällen nur den Eiweissstickstoff in Rechnung bringen und annehmen, dass aller übrige Stickstoff, welcher in Form von Amidokörpern in derartigen Futtermitteln vorkommt, für die thierische Ernährung und Production vollständig nutzlos sei, so würde sich nach Abzug dieses Stickstoffes meist eine derartige Verminderung des Gesammtstickstoffes ergeben, dass nicht erklärlich wäre, weshalb diese einen besseren Effect ausüben als andere, welche keinen Amidostickstoff, aber ungefähr den gleichen Eiweissgehalt besitzen.

Um nun das Verhalten des Asparagins in Bezug auf die Milchproduction näher kennen zu lernen, wurden mehrere Asparaginfütterungsversuche mit milchproducirenden Thieren ausgeführt und hierbei folgender Plan zu Grunde gelegt. Zunächst sollte das betreffende Versuchsthier neben bestimmten Quantitäten von Wiesenheu, die alle Perioden hindurch genau dieselben blieben, eine Beigabe von N freien Nährstoffen, hierauf die gleiche Beigabe unter Hinzufügung von Asparagin, alsdann wieder ohne Asparagin und schliesslich unter Hinzufügung von Eiweiss erhalten, so dass alle Perioden hindurch ungefähr die gleichen Mengen von Wiesenheu und N freien Nährstoffen, theils allein, theils unter Beigabe von Asparagin oder Eiweiss, zur Aufnahme gelangten. Als Versuchsthier wurde ein Schaf gewählt, welches am 22. April 1879 zum ersten Mal gelammt hatte und dessen Colostrum und Milch sowohl nach Qualität als Quantität von Zeitpunkt des Lammens ab bis zum 1. August desselben Jahres wiederholt Gegenstand der Untersuchung gewesen war[1]. Eine Kuh zu diesen Versuchen zu verwenden verbot sich wegen der grossen Mengen von Asparagin, welche für ein solches Thier erforderlich gewesen wären; da ausserdem, wie durch zahlreiche Untersuchungen in dieser Richtung als erwiesen angenommen werden kann, ein principieller Unterschied zwischen der Milchproduction einer Kuh, einer Ziege oder eines

1) Vgl. Journ. f. Landwirthschaft Bd. 29 (1881) S.451.

Digitized by Google

Schafes u. s. w. nicht existirt, auch ein wesentlicher Unterschied in der Ausnutzung des Futters durch die verschiedenen Arten der Wiederkäuer nicht stattfindet und ausserdem zu erwarten stand, dass sich Einflüsse eines derartigen Beifutters bei einem kleineren Thiere schärfer markiren und dabei leichter und sicherer feststellen lassen würden als bei einem grossen, so konnte in der Wahl eines Schafes als Versuchsthier und in einer etwaigen Verallgemeinerung der hier gefundenen Resultate auf andere milchproducirende Wiederkäuer nichts Bedenkliches liegen.

Das betreffende Schaf gehörte der Southdown-Merino-Kreuzung an, war 2¼ Jahr alt, wog ca. 38kg und stand bei Beginn dieses Versuches in der 15. Lactationswoche. Das Maximum des täglichen Milchertrages war bei sehr reicher Fütterung ca. 1 Liter gewesen. In der ersten Hälfte des Juli hatte das Schaf nur Wiesenheu erhalten, von dem es täglich 1,5kg aufnahm und dabei im Durchschnitt der ganzen Periode pro Tag 600g Milch lieferte. An den letzten 6 Tagen dieser Heufütterungsperiode hatte man täglich den Trockensubstanz- und Fettgehalt in der Milch bestimmt; ersterer betrug durchschnittlich 18,57 %, letzterer 7,15 %. Mit Hilfe dieser Zahlen und der producirten Milchquantitäten berechnete sich im Durchschnitt dieser letzten 6 Tage ein täglicher Ertrag an Milchtrockensubstanz und an Fett von 98,5g resp. 38,5g. In der zweiten Hälfte des Juli hatte man dem Schafe neben dem früheren Heuquantum pro Tag noch 150g Oel verabreicht. Bei dieser Fütterungsweise wurden von dem Thiere im Durchschnitt der ganzen Periode täglich 596g Milch secernirt. Auch diesmal waren an den letzten 6 Tagen wieder Bestimmungen des Trockensubstanz- und Fettgehaltes in der Milch ausgeführt worden und hierbei durchschnittlich 19,64 % resp. 8,68 % gefunden worden, so dass sich die Durchschnittsproduction an Trockensubstanz und Fett während dieser Zeit auf 114,6g resp. 50,7g pro Tag berechnete.

Vom 2. August 1879 ab erhielt das Schaf ebenfalls täglich 1,5kg Wiesenheu, von dem ein für die ganze Versuchsdauer hinreichender Vorrath zu Häcksel geschnitten und gleichmässig vermengt aufbewahrt wurde, und ausser diesem Rauhfutter noch 250g Stärke. Letztere wurde regelmässig mit warmem Wasser angerührt

Digitized by Google

als Suppe in 3 Portionen und zwar Früh 6 Uhr, Mittags 12 Uhr und Abends 6 Uhr verabreicht und ebenso wie das vorgelegte Wiesenheu stets vollständig aufgenommen. Abnorme Beschaffenheit der Faeces, wie sie von Henneberg und Stohmann[1]) beim Rind, sowie von Stohmann[2]) bei der Ziege in Folge Verfütterung sehr grosser Stärkemengen beobachtet wurde, trat bei unseren Versuchsthieren, welche nur verhältnissmässig weit geringere Stärkemehlbeigaben erhielten, niemals auf.

In allen Perioden wurde das Schaf dreimal des Tages und zwar Morgens 6 Uhr, Mittags 12 Uhr und Abends 6 Uhr gemolken, wobei man stets sorgfältig darauf achtete, die Milchdrüse möglichst vollständig zu entleeren. Während dieser ersten Versuchsperiode, in welcher das Schaf täglich 1,5^{kg} Heu und 250^{g} Stärke aufnahm, producirte es nachstehende Milchmengen:

Datum	Milchmenge	Datum	Milchmenge	Datum	Milchmenge
Aug.		Aug.		Aug.	
2.	581^{g}	7.	488^{g}	12.	441^{g}
3.	598	8.	435	13.	446
4.	575	9.	450	14.	394
5.	506	10.	395	15.	394
6.	464	11.	470		

Zunächst macht sich bei Betrachtung dieser Zahlen bemerkbar, dass die Milchproduction, verglichen mit den Erträgen, welche man, wie bereits oben angegeben, von dem Schaf bei der Heufütterung ohne Beigabe sowie bei der Heufütterung unter Beigabe von Oel erhalten hatte, wesentlich zurückgegangen war und im Durchschnitt der ganzen Periode nur noch 474^{g}, im Durchschnitt der letzten 6 Tage sogar nur noch 423^{g} pro Tag betrug. Inwieweit bei diesem Rückgange die Lactationsdauer mit ins Spiel kommt, lässt sich genau nicht ermitteln; jedoch ist anzunehmen, dass dieselbe hierbei jedenfalls mit von Einfluss war. Zugleich gewinnt es aber auch den Anschein, als ob die Milchsecretion durch die Beigabe

1) Beiträge zur Fütterung der Wiederkäuer Bd. 2 S. 195.

2) Biologische Studien (Braunschweig 1873) S. 34 und Ztschr. f. Biologie Bd. 6 S. 211,

Digitized by Google

von 250g Stärke,. welche ca. 17 % der Rauhfutterration betrug, herabgedrückt worden wäre; ebenso darf wohl geschlossen werden, dass die Milchproduction bei Heufütterung unter Beigabe eines Kraftfuttermittels jedenfalls grösser gewesen sein würde. Denn es stand zu erwarten, dass die verabreichten 250g Stärke eine Verdauungsdepression des Wiesenheues und zwar besonders eine solche der Eiweissstoffe bewirkten, die dann weiter einen Rückgang in dem Milchertrage zur Folge haben musste. Gleichzeitig dürfte aus obigen Zahlen hervorgehen, dass 250g Stärke unter den angegebenen Verhältnissen 150g Oel für die Milchproduction nicht äquivalent sind, da letztere günstig, erstere aber vermuthlich nachtheilig auf den Milchertrag eingewirkt hatten. Diese Verschiedenheit im Verhalten dieser beiden Nfreien Nährstoffe lässt sich wohl am einfachsten dadurch erklären, dass Oelbeigabe erfahrungsmässig nicht wie Stärke- etc. Beigabe deprimirend, sondern unter Umständen sogar vortheilhaft auf die Ausnutzung des Futters und damit zugleich auch auf die Production einwirkt. Zwar sind die bezüglich der Oelbeigabe zum Rauhfutter gewonnenen Resultate bei den verschiedenen in dieser Richtung angestellten Versuchen oft recht schwankender Art gewesen, im Wesentlichen führen sie indess doch zu dem auch mit der praktischen Erfahrung übereinstimmenden Schluss, dass Fettbeigabe unter sonst gleichen Umständen weit vortheilhafter als Kohlenhydratbeigabe wirkt.

An den letzten 6 Tagen dieser Periode wurde in der sorgfältig gemengten Früh-, Mittags- und Abend-Milch regelmässig der Gehalt an Trockensubstanz, Fett und Stickstoff bestimmt. Zu diesem Zwecke dampfte man jedesmal je 10ccm Milch in kleinen Hofmeister'schen Glasschälchen unter Zusatz von Glaspulver ein, trocknete den Rückstand im Luftbade bis sein Gewicht constant blieb und verwendete die gewogene Menge alsdann gleichzeitig zur Feststellung des Fettgehaltes durch Extrahiren der Milchtrockensubstanz mit Aether im Tollens'schen Zeitbestimmungsapparat. Ausserdem wurden je 5ccm Milch gleichfalls unter Zusatz von Glaspulver zur Trockene verdampft und in der Trockensubstanz der Stickstoffgehalt durch Verbrennen mit Natronkalk ermittelt. Die hierbei erhaltenen procentischen Werthe (*A*) sowie die mit Hilfe derselben berechneten

Digitized by Google

absoluten Gewichtsmengen (*B*), welche an den einzelnen Tagen producirt wurden, waren folgende:

Datum	*A*				*B*[2])			
	Trockensubstanz	N × 6,25	Fett	Milchzucker u. Salze[1])	Trockensubstanz	N × 6,25	Fett	Milchzucker u. Salze
Aug. 10.	17,73%	5,76%	6,22%	5,75%	70,0g	22,8g	24,6g	22,6g
11.	17,57	5,88	6,17	5,52	82,6	27,6	29,0	26,0
12.	16,99	5,81	5,86	5,32	74,9	25,6	25,8	23,5
13.	17,42	6,06	5,86	5,50	77,7	27,0	26,1	24,6
14.	17,80	5,94	5,80	6,06	70,1	23,4	22,8	23,9
15.	18,07	6,19	6,67	5,21	71,2	24,4	26,3	20,5
Mittel	17,60%	5,94%	6,10%	5,56%	74,4g	25,1g	25,8g	23,5g

Vergleichen wir die in dieser Periode gefundenen Durchschnittswerthe an einzelnen Milchbestandtheilen und Trockensubstanz mit denjenigen, welche bei der vorhergehenden Heufütterung sowie bei der Heufütterung mit Oelbeigabe erhalten und oben angegeben wurden, so macht sich sofort bemerkbar, dass ebenso wie die Milchmenge abnahm, sich auch der procentische Gehalt der Milch an Trockensubstanz und Fett und damit auch die Gesammtmenge der täglich producirten gleichnamigen Milchbestandtheile in Folge der Beigabe von Stärke erheblich verminderte.

In der jetzt folgenden Periode erhielt das Schaf vom 16. bis 29. August ausser 1,5kg Wiesenheu ein Gemisch von 175g Stärke und 75g Asparagin pro Tag. Stärke und Asparagin wurden wieder wie früher als Suppe in 3 Portionen verabreicht und alles Futter stets vollständig aufgenommen. Zur Bereitung der Suppe verwendete man in allen Perioden die gleichen Wassermengen, um zu ver-

1) Aus der Differenz berechnet.

2) Die hier und auch später angegebenen täglichen Gesammtmengen an einzelnen Milchbestandtheilen sind durch Multiplication des täglichen Milchquantums mit den entsprechenden analytischen Resultaten erhalten. Da letztere Volumenprocente repräsentiren, während die täglich producirten Milchmengen durch Wägung bestimmt wurden, so ist die hier eingeschlagene Berechnungsweise streng genommen nicht zulässig und liefert durchweg etwas zu hohe Zahlen, die indess für unsere Zwecke insofern ihren ungeschmälerten Werth behalten, als durchweg gleichmässig verfahren wurde und die wiederholt ausgeführten spec. Gewichtsbestimmungen der Milch nur unerhebliche Differenzen zeigten.

Digitized by Google

hüten, dass das Schaf wechselnde Mengen von Wasser aufnahm, welche die Milchproduction hätten beeinflussen können. Das in dieser Periode verabreichte Stärke- und Asparagingemisch entsprach seinem Gehalte an N und N freien Substanzen nach ungefähr 340g Bohnenschrot, so dass, falls das Asparagin einen den Eiweissstoffen ähnlichen Effect auf die Milchproduction zu äussern vermochte und falls bei dem bereits weit fortgeschrittenen Lactationsstadium eine Steigerung der Milchproduction durch Eiweissbeigabe überhaupt noch möglich war, eine solche gegenüber der früheren Periode hätte eintreten müssen.

Nachstehend sind nun die Milchmengen verzeichnet, welche während dieser Fütterungsweise täglich von dem Schafe producirt wurden.

Datum	Milchmenge	Datum	Milchmenge	Datum	Milchmenge
Aug.		Aug.		Aug.	
16.	412g	21.	444g	26.	391g
17.	387	22.	408	27.	405
18.	349	23.	412	28.	380
19.	392	24.	422	29.	412
20.	436	25.	405		

Wir ersehen aus obigen Zahlen, dass eine Steigerung des Milchertrages in dieser Periode nicht eingetreten war. Wollten wir die im Durchschnitt der ganzen vorhergehenden Periode pro Tag producirte Milchmenge (474g) mit derjenigen vergleichen, welche im Durchschnitt dieser ganzen Periode pro Tag erhalten wurde (404g), so würde sich sogar ein erhebliches Minus für die Asparaginfütterung herausstellen. Ein solcher Vergleich wäre aber insofern entschieden unrichtig, als in der ersten Hälfte der Stärkemehlfütterung noch grössere, von der Oelbeigabe herrührende Milchquantitäten producirt wurden, welche derselben nicht eigentlich angehören und daher abzuziehen sind. Berücksichtigt man daher, was zweifellos richtiger, nur die letzten 6 Tage einer jeden Periode, an denen die Milchproduction gleichmässiger geworden und ein Einfluss der vorhergehenden Fütterungsweise nicht mehr bemerkbar ist, so gelangt man zu dem Resultate, dass das Schaf in der ersten Periode durchschnittlich pro Tag 423g und in dieser 403g Milch

Digitized by Google

producirte. Hier sind die Unterschiede nur noch gering und verschwinden ganz, wenn wir das in der Milch enthaltene Wasser in Abzug bringen und nur die eigentlich maassgebende Milchtrockensubstanz berücksichtigen.

Die Bestimmung der Trockensubstanz, des Fettes und des Stickstoffes, welche ebenso wie bei der vorhergehenden Periode in der an den 6 letzten Versuchstagen gesammelten Milch regelmässig ausgeführt wurde, ergab nämlich folgende Resultate:

Datum	*A*				*B*			
	Trocken-substanz	N × 6,25	Fett	Milch-zucker u. Salze	Trocken-substanz	N × 6,25	Fett	Milch-zucker u. Salze
Aug. 24.	18,58%	6,56%	6,00%	6,02%	78,4^{g}	27,7^{g}	25,3^{g}	25,4^{g}
25.	17,85	6,50	6,06	5,29	72,3	26,3	24,5	21,5
26.	18,61	6,69	6,06	5,86	72,8	26,2	23,7	22,9
27.	18,86	6,88	6,50	5,48	76,4	27,9	26,3	22,2
28.	18,75	6,81	6,35	5,59	71,3	25,9	24,1	21,3
29.	18,56	6,56	6,77	5,23	76,4	27,0	27,9	21,5
Mittel	18,54%	6,67%	6,29%	5,58%	74,6^{g}	26,8^{g}	25,3^{g}	22,5^{g}

Obige Zahlen zeigen uns, dass die Milch in dieser Periode ca. 1% Trockensubstanz mehr enthielt als in der vorhergehenden, und dass daher, wie bereits oben hervorgehoben wurde, die Menge der durchschnittlich producirten Milchtrockensubstanz während der Asparaginfütterung nicht geringer, sondern sogar um 0,2^{g} grösser war als während der Stärkemehlbeigabe. Wenn schon nun diese Differenz sehr unbedeutend ist, so fällt doch der Umstand jedenfalls sehr ins Gewicht, dass die Milchproduction nicht weiter abnahm, trotzdem sich das Schaf sichtlich bereits dem Ende der Lactation näherte und unter übrigens gleichen Umständen vermuthlich eine stete Abnahme in der Milchproduction eingetreten wäre. Dieses Resultat liesse sich daher dahin deuten, dass die Asparaginbeigabe einer weiteren Verminderung der producirten Milchtrockensubstanz entgegenwirkte, letztere bei dem bereits dem Ende der Lactation sich nähernden Schafe constant erhielt und in einem früheren Lactationsstadium vielleicht auch eine Steigerung des Milchertrages bewirkt haben würde. Für diese Annahme spricht insbesondere die Thatsache, dass das Versuchsthier während der Asparagin-

Digitized by Google

fütterung an Gewicht 2,5 kg zunahm, sowie der Umstand, dass nach Entziehung des Asparagins in der folgenden Periode das Milchquantum von neuem sank.

Vom 30. August bis zum 12. September erhielt das Schaf nämlich wieder wie in der Periode I pro Tag 1,5 kg Wiesenheu und 250 g Stärke ohne Asparagin und producirte hierbei folgende Milchmengen:

Datum	Milchmenge	Datum	Milchmenge	Datum	Milchmenge
Aug. 30.	415 g	Sept. 3.	328 g	Sept. 8.	366 g
31.	396	4.	346	9.	318
Sept.		5.	347	10.	335
1.	385	6.	330	11.	331
2.	332	7.	354	12.	305

Bei Betrachtung obiger Zahlen macht sich augenscheinlich bemerkbar, dass nach Entziehung des Asparagins sofort eine Abnahme der Milchproduction eintrat. An den letzten 4 Tagen betrug der durchschnittlich pro Tag gelieferte Milchertrag nur noch 322 g und hatte demnach genau 20 % gegenüber der vorhergehenden Asparaginfütterung abgenommen. Die in der Zeit vom 9. bis 12. September vorgenommenen Trockensubstanzbestimmungen der Milch führten zu nachstehenden Resultaten:

Datum	Trockensubstanz	
Sept. 9.	21,44 %	68,2 g
10.	20,23	67,8
11.	19,74	65,3
12.	20,65	63,0
Mittel	20,52 %	66,1 g

Trotz des sehr hohen Trockensubstanzgehaltes der in dieser Periode producirten Milch hat die durchschnittlich pro Tag mit der Milch ausgeschiedene Trockensubstanzmenge doch eine Verminderung von ca. 12 % erfahren: eine Beobachtung, die ebenfalls sehr zu Gunsten des Asparagins spricht.

Schliesslich wurden dem Schaf in einer letzten Periode vom 13. bis 26. September neben 1,5 kg Wiesenheu 340 g Bohnenschrot

Digitized by Google

pro Tag verabreicht. Dieses Bohnenschrotquantum enthielt ungefähr die gleiche Menge an N und N freien Nährstoffen wie das in Periode II verfütterte Gemisch von 175 g Stärke und 75 g Asparagin und wurde ebenso wie die früheren Beigaben dem Schaf in Form von Suppe gegeben. Dadurch, dass diesmal ungefähr das gleiche N-Quantum in Form von Eiweiss gefüttert wurde, welches das Schaf vorher in Form von Asparagin erhalten hatte, liess sich, soweit hierbei die Lactationsdauer nicht hinderlich war, ein Vergleich zwischen dem Effect des einen und dem des andern anstellen und ausserdem ermitteln, ob Beigabe stickstoffhaltiger Substanzen, die unter normalen Verhältnissen zweifellos günstig auf die Milchproduction gewirkt haben würden, in diesem Falle, wo die Lactation bereits sehr im Abnehmen begriffen war, überhaupt noch eine Wirkung auf den Milchertrag auszuüben vermochten.

Dass letzteres thatsächlich nicht der Fall war, geht aus nachstehender Zusammenstellung der täglichen Milchproduction deutlich hervor.

Datum	Milch-menge	Datum	Milch-menge	Datum	Milch-menge
Sept.		Sept.		Sept.	
13.	261 g	18.	233 g	23.	188 g
14.	223	19.	210	24.	164
15.	253	20.	205	25.	163
16.	228	21.	227	26.	186
17.	269	22.	211		

Offenbar hatte die Lactation in dieser Periode nahezu ihr Ende erreicht und konnte auch durch Eiweissbeigabe nicht gesteigert, ja nicht einmal auf der früheren Höhe erhalten werden. Die Bohnenschrotbeigabe bewirkte daher nicht einen erhöhten Milchertrag, sondern eine Vermehrung des Körpergewichtes. Letzteres war in dieser Periode um 3,0 kg gestiegen, in der vorhergehenden Periode dagegen nahezu constant geblieben. Während der letzten 4 Tage dieser Periode betrug das durchschnittlich pro Tag producirte Milchquantum nur noch 175 g. Die an diesen Tagen ausgeführten Trockensubstanzbestimmungen der Milch ergaben, wie aus nachfolgender Zusammenstellung hervorgeht, zwar einen sehr hohen und sogar den von allen bisherigen Beobachtungen höchsten Trockensubstanz-

Digitized by Google

gehalt, indess die täglich gelieferte Gesammtmenge an Milchtrockensubstanz blieb doch nur gering.

Datum	Trockensubstanz	
Sept. 23.	19,78 %	37,2 g
24.	23,79	39,0
25.	24,78	40,4
26.	24,86	46,2
Mittel	23,30 %	40,7 g

Obige Zahlen zeigen zum Theil sehr erhebliche Schwankungen in ihrem procentischen Trockensubstanzgehalt, während diese Ungleichmässigkeiten bei den absoluten Mengen mehr verschwinden, und demnach hauptsächlich auf einem wechselnden Wassergehalt der Milch zurückzuführen sind. Bekannt ist u. A. aus G. Kühn's Untersuchungen, dass auch bei der Kuh derartige Schwankungen in der Milchzusammensetzung von einem Tage zum andern bei ganz gleichbleibender Fütterung vorkommen. Insbesondere weist Kirchner[1]) darauf hin, dass hauptsächlich bei altmilchenden Kühen sehr grosse Differenzen im Trockensubstanz- und Fettgehalt der Milch an den verschiedenen Tagen eintreten können.

Stellen wir jetzt die vom Anfang Juli bis Ende September (11. bis 23. Lactationswoche) bei den verschiedenen Fütterungsweisen durchschnittlich pro Tag in der zweiten Hälfte einer jeden Periode producirten Mengen an Milchtrockensubstanz zusammen, so erhalten wir folgendes Bild:

Datum	Art der Fütterung	tägliche Milchtrockensubstanzmenge
2. bis 18. Juli . . .	1,5 kg Heu	98,5 g
19. Juli bis 1. August .	1,5 kg „ + 150 g Oel	114,6
2. bis 15. August . .	1,5 kg „ + 250 g Stärke	74,4
16. bis 29. August . .	1,5 kg „ + 175 g „ und 75 g Asparagin	74,6
30. August bis 12. Sept.	1,5 kg „ + 250 g Stärke ohne Asparagin	66,1
13. bis 27. September .	1,5 kg „ + 340 g Bohnenschrot	40,7

Die bei diesem Fütterungsversuch erhaltenen Resultate sind zwar nicht definitiv entscheidend, sprechen indess, wie bereits früher

1) Milchzeitung 1879 Nr. 43.

Digitized by Google

hervorgehoben wurde, doch insofern für eine gewisse Bedeutung des Asparagins für die Milchproduction, als trotz des bereits weit vorgeschrittenen Lactationsstadiums, bei welchem das Futter den Milchertrag überhaupt nicht mehr sehr erheblich zu beeinflussen vermochte, sondern mehr auf eine Steigerung der Körpergewichtszunahme hinwirkte, während der Asparaginbeigabe zum Futter eine weitere Abnahme in der Production der Milchtrockensubstanz nicht eintrat.

Um indess grössere Gewissheit über das Verhalten des Asparagins auf die Milchproduction und womöglich ganz entscheidende Resultate zu erlangen, wurde nochmals ein derartiger Asparaginfütterungsversuch im Anschluss an den vorhergehenden ausgeführt.

Als Versuchsthier wählte man diesmal eine Ziege, welche im Frühjahr gelammt hatte und bei Beginn des Versuches 28,5 kg wog. Da dieses Thier also ebenfalls nicht frischmilchend war, aber noch reichlich Milch producirte, kam es zunächst darauf an, diesen Milchertrag nicht versiegen zu lassen, weshalb die Ziege nicht wie das Milchschaf in der 1. Periode ein eiweissarmes (1,5 kg Heu und 250 g Stärke), sondern ein mässig eiweissreiches Futter, bestehend in 1,0 kg Wiesenheu und 400 g Kleie, erhielt. Heu und Kleie waren wieder in für die ganze Versuchsdauer ausreichenden Mengen beschafft und wurden gleichmässig vermischt jedes für sich an einem trockenen Orte aufbewahrt. Ein eiweissreicheres Futter als das oben angegebene der Ziege zu verabreichen schien insofern nicht rathsam, als dann bei einer zu grossen Zufuhr von Eiweiss eine theilweise Entziehung, resp. ein Ersatz desselben durch Asparagin vermuthlich weniger deutlich auf die Milchproduction eingewirkt hätte. Die Kleie wurde wieder dreimal des Tages als Suppe verabreicht, hierbei eine stets gleiche Wassermenge angewendet und dasselbe Verfahren auch bei allen nachfolgenden Beifuttermitteln eingeschlagen.

Von der Kleie nahm man eine Durchschnittsprobe und bestimmte in derselben Eiweiss, Fett und Stärke nach den üblichen Methoden. Die hierbei gefundenen Resultate: 16,50 % Eiweiss, 4,86 % Fett und 65,68 % N freie Extractstoffe, dienten als Anhaltspunkte bei der Berechnung der später an Stelle der Kleie zu verabreichenden Substanzen, in denen das Eiweiss durch eine seinem

Digitized by Google

Stickstoffgehalte nach gleiche Menge von Asparagin ersetzt war. Dem entworfenen Versuchsplan gemäss sollte die Ziege in folgender Weise gefüttert werden:

Periode I: 1,0 kg Wiesenheu und 400 g Kleie [1]).
Periode II: 1,0 kg „ „ 231 g Stärke, 17 g Oel und 49,76 g Asparagin.
Periode III: 1,0 kg „ „ 400 g Kleie.
Periode IV: 1,0 kg „ „ 231 g Stärke mit 17 g Oel.
Periode V: 1,0 kg „ „ 400 g Kleie.

Auf diese Weise hoffte man einestheils den Effect der verschiedenen Beigaben und ganz besonders auch denjenigen des Asparagins auf die Milchproduction definitiv feststellen zu können, und anderntheils stand gleichzeitig auch zu erwarten, dass durch die zu Anfang, in der Mitte und zu Ende stattfindende gleichmässige Fütterung sich der Einfluss des fortschreitenden Lactationsstadiums leicht ermitteln liesse.

Leider verlief indess auch dieser Versuch nicht in der gehofften glatten Weise, sondern es traten dadurch Störungen ein, dass die Ziege mehrmals brünstig wurde und an diesen Tagen stets in der Milchproduction nachliess. Ausserdem stellte sich auch bald nach Beginn des Versuches heraus, dass der Milchertrag selbst bei gleichbleibender Fütterung stetig kleiner wurde, dass also die Ziege sich wohl ebenfalls bereits im stark abnehmenden Lactationsstadium befand.

In Periode I reichte man dem Versuchsthier täglich 1,0 kg Wiesenheu und 400 g Kleie. Dieses Futter, welches stets vollständig consumirt wurde, hatte die Ziege bereits einige Zeit lang vor Beginn des Versuches erhalten. Zweimal an jedem Tage und zwar regelmässig Früh und Abends 6 Uhr wurde gemolken. Die in dieser Periode vom 10. bis zum 27. October täglich producirten Milchquantitäten waren folgende:

Datum	Milchmenge	Datum	Milchmenge	Datum	Milchmenge
Oct. 10.	1288 g	Oct. 16.	1121 g	Oct. 22.	974 g
11.	1226	17.	1103	23.	976
12.	1145	18.	1029	24.	1038
13.	1131	19.	1063	25.	972
14.	1200	20.	980	26.	898
15.	1039	21.	894	27.	889

1) Diese 400 g Kleie enthielten ungefähr die gleiche Menge (60 g) verdauliches Eiweiss wie 1,0 kg Wiesenheu, so dass nach Entziehung der Kleie nur noch die halbe Ration verdauliches Eiweiss zur Aufnahme gelangte.

Digitized by Google

Innerhalb 18 Tagen war also, wie aus obiger Tabelle ersichtlich ist, das Milchquantum um 401 g oder 31 % gesunken, dagegen war das Körpergewicht des Thieres innerhalb derselben Zeit um 2,0 kg gestiegen. Am 21. October hatte sich bei der Ziege Brunst eingestellt, die sichtlich auf die Milchproduction deprimirend wirkte. In der Zeit vom 20. bis 25. October wurde in der Milch täglich der Trockensubstanz- und Fettgehalt bestimmt. Die hierbei gewonnenen Resultate (*A*) sowie die mit Hilfe derselben berechneten Gesammtmengen an Trockensubstanz und Fett (*B*) sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Datum	*A*		*B*	
	Trockensubstanz	Fett	Trockensubstanz	Fett
Oct.				
20.	12,11 %	3,90 %	118,6 g	38,2 g
21.	11,70	3,59	104,6	32,1
22.	12,06	4,07	117,5	39,6
23.	11,28	3,83	100,1	37,4
24.	12,15	4,00	126,1	41,5
25.	12,02	4,03	116,8	39,2
Mittel	11,88 %	3,90 %	114,0 g	38,0 g

In der zweiten Periode vom 28. October bis zum 8. November erhielt die Ziege 1,0 kg Heu, 231 g Stärke, 17 g Oel und 49,76 g Asparagin, also ein Futter, welches seinem Gehalt an N und N freien Nährstoffen nach dem vorhergehenden gleich war, aber etwa nur halb so viel verdauliches Eiweiss besass als bisher. Bei dieser Fütterung producirte die Ziege folgende Milchmengen:

Datum	Milchmenge	Datum	Milchmenge	Datum	Milchmenge
Oct.		Nov.		Nov.	
28.	925 g	1.	848 g	5.	666 g
29.	848	2.	712	6.	684
30.	878	3.	824	7.	696
31.	900	4.	770	8.	696

Wie in der vorhergehenden Periode bei Fütterung mit Heu und Kleie, so war auch in dieser bei Aufnahme von Heu und Asparagin der Milchertrag stetig etwas gesunken und zwar

Digitized by Google

betrug die Abnahme nach 12 Tagen 229 g oder nahezu 25 %. Das Körpergewicht des Versuchsthieres hatte sich innerhalb dieser Versuchszeit um 0,5 kg vermehrt. Am 5. November war wieder Brunst und damit eine weitere Verminderung der Milchproduction eingetreten.

An den 6 letzten Versuchstagen wurde wieder der Trockensubstanz- und Fettgehalt der Milch bestimmt, wobei sich folgende Resultate ergaben:

Datum	*A*		*B*	
	Trockensubstanz	Fett	Trockensubstanz	Fett
Nov.				
3.	12,16 %	3,94 %	100,2 g	32,5 g
4.	12,75	4,37	98,2	33,6
5.	12,12	3,62	80,7	24,1
6.	12,29	3,96	83,1	27,1
7.	11,99	3,77	83,5	26,2
8.	12,13	3,60	84,4	25,1
Mittel	12,24 %	3,88 %	88,4 g	28,1 g

Der procentische Trockensubstanzgehalt der Milch war also gegenüber Periode I etwas gestiegen, der Fettgehalt dagegen gleichgeblieben. Die täglich producirte Gesammtmenge an Trockensubstanz und Milch war entsprechend der Milchabnahme überhaupt nicht unerheblich gesunken. Inwieweit diese Abnahme Folge der zurückgehenden Lactation oder der veränderten Fütterung war, sollte durch nachfolgende Periode, in der genau dasselbe Futter wie in Periode I verabreicht und consumirt wurde, entschieden werden.

In dieser dritten Periode erhielt die Ziege wieder 1,0 kg Heu und 400 g Kleie, also im Vergleich mit der vorhergehenden dieselbe Menge Stickstoff, aber ungefähr das doppelte Quantum von verdaulichem Eiweiss. War daher die Verminderung der Milchproduction durch Veränderung der Fütterungsweise und zwar dadurch hervorgerufen worden, dass man die Hälfte des verdaulichen Eiweisses der Nahrung in der zweiten Periode plötzlich weggelassen und dafür eine dem Stickstoffgehalte entsprechende Menge von Asparagin

Digitized by Google

gereicht hatte, so stand zu erwarten, dass jetzt, wo von neuem die frühere Menge Eiweiss verfüttert wurde, auch wieder eine Steigerung im Milchertrage eintrat. Sofern dagegen die in Periode II beobachtete Verminderung der Milchproduction ganz oder doch hauptsächlich durch die weiter fortgeschrittene Lactation und nicht durch den Futterwechsel verursacht worden war, und demnach das Asparagin eiweissvertretend gewirkt hatte, so konnte vorausgesetzt werden, dass auch in der dritten Periode eine weitere Abnahme im Milchertrage eintrat; denn in diesem Falle wäre in der zweiten Periode nicht nur die Hälfte des Eiweisses, sondern in allen drei Perioden die gleiche Menge von stickstoffhaltigen Nährstoffen verfüttert worden.

Dass nun in der That letztere Annahme die wahrscheinlichere ist, dürfte aus nachstehender Tabelle über die tägliche Milchproduction in der dritten Periode hervorgehen. Die Ziege lieferte nämlich vom 9. bis zum 22. November folgende Milchmengen:

Datum	Milchmenge	Datum	Milchmenge	Datum	Milchmenge
Nov.		Nov.		Nov.	
9.	680 g	14.	644 g	19.	600 g
10.	656	15.	604	20.	604
11.	620	16.	678	21.	607
12.	634	17.	596	22.	612
13.	628	18.	588		

Offenbar hatte sich die Milchproduction trotz reicher Eiweissbeigabe zum Heu weiter vermindert, so dass nach 14 Tagen eine Abnahme von 68 g oder 10 % eingetreten war. Allerdings erwies sich diese Verringerung nicht halb so gross als in den vorhergehenden Perioden. Dieser Umstand findet aber wohl darin eine Erklärung, dass die Ziege in dieser Periode nicht, wohl aber in den beiden vorhergehenden brünstig geworden war, wodurch der Milchertrag abnorm herabgedrückt wurde.

Während der letzten 6 Tage, an denen das Milchquantum nahezu constant geblieben war, enthielt die Milch folgende Trockensubstanz- und Fettmengen:

Digitized by Google

Datum	A		B	
	Trocken-substanz	Fett	Trocken-substanz	Fett
Nov.				
17.	13,30%	4,30%	79,3 g	25,6 g
18.	13,05	4,30	76,7	25,3
19.	12,94	4,23	77,6	25,4
20.	12,97	4,33	78,3	26,1
21.	12,81	4,24	77,7	25,7
22.	12,62	4,24	77,2	25,9
Mittel	12,95%	4,27%	77,8 g	25,7 g

In gleichem Maasse wie das Milchquantum hatte also auch die Menge der Milchtrockensubstanz und des Milchfettes abgenommen, trotzdem der procentische Gehalt an diesen Substanzen diesmal 0,71 resp. 0,39 mehr betrug.

Den ursprünglichen Plan weiter auszuführen und dem Versuchsthier in einer vierten Periode neben 1,0 kg Heu nur N freie Nährstoffe zu verabreichen schien insofern nicht rathsam, als bei dieser Fütterung die Milchproduction vermuthlich bald vollständig versiegt wäre. Es wurde daher von einer derartigen Fütterung Abstand genommen und vorgezogen, der Ziege in der folgenden Periode neben dem früheren Futter noch weitere 400 g Kleie zuzulegen, um auf diese Weise beurtheilen zu können, ob eine solche Vermehrung des Eiweisses im Futter bei der sichtlich schon im Abnehmen begriffenen Lactation überhaupt noch eine deutliche Wirkung auf die Milchproduction auszuüben vermöchte, oder ob auch in diesem Falle, wo factisch eine 400 g Kleie entsprechende Steigerung der Nh-Nährstoffe stattgefunden hatte, etwa gleichfalls wie in den vorhergehenden Perioden ein weiteres Sinken des Milchertrages eintreten würde.

Am 1. Versuchstage nahm die Ziege das ihr gereichte Futterquantum vollständig auf und producirte 682 g Milch; am 2. Tage wurde sie jedoch wieder brünstig, war dabei sehr unruhig, liess grosse Futterreste übrig, so dass auch der Milchertrag sank und nach ein paar Tagen mit dem ganzen Versuche abgebrochen werden musste.

Wenn schon also auch bei diesem Fütterungsversuch Störungen eintraten, welche auf das Resultat der einzelnen Perioden nicht ohne Einfluss blieben, so dürften der Hauptsache nach doch wohl

Digitized by Google

die hier gewonnenen Ergebnisse gleichfalls den Schluss rechtfertigen, dass das Asparagin für die Milchproduction von Bedeutung war. Hierfür spricht insbesondere die Beobachtung, dass die Milchproduction nach Entziehung der Hälfte des ganzen verdaulichen Futtereiweisses und Ersatz desselben durch Asparagin ungefähr in demselben Maasse abnahm, wie in der vorhergehenden und nachfolgenden Periode mit doppeltem Eiweissgehalt des Futters, was vermuthlich nicht der Fall gewesen wäre, wenn das Asparagin auf die Milchproduction nicht günstig eingewirkt hätte.

Da bei beiden Fütterungsversuchen mit milchproducirenden Thieren die Resultate hauptsächlich deshalb weniger scharf hervortretend und definitiv entscheidend gewesen waren, weil sich die betreffenden Versuchsthiere bereits in einem zu weit fortgeschrittenen Lactationsstadium befanden, so wurde im Frühjahr des Jahres 1880 nochmals versucht, vollständig zweifellose Resultate dadurch zu erzielen, dass man ein frischmelkendes Thier zum Versuch verwendete. Als solches wählte man eine Ziege, welche Ende März, also ein paar Wochen vor Beginn des Versuches, zum dritten Male gelammt hatte. Dieses Thier wog bei Beginn des Versuches am 9. April 1880 38 ^{kg}. Der Versuchsplan, nach dem die Ziege gefüttert werden sollte, war der bereits im vorhergehenden Versuche für Ziege I entworfene und mitgetheilte, jedoch mit dem Unterschiede, dass sich an die Periode V noch ein Fütterungsversuch mit Wiesenheu ohne jede Beigabe anschloss und diesem nochmals eine den Perioden I, III und V analoge Fütterungsweise folgte, so dass sich die Fütterung dieser Versuchsreihe folgendermassen gestaltete:

Periode I: 1,0 ^{kg} Wiesenheu mit 400 ^{g} Kleie[1]).
„ II: 1,0 ^{kg} „ „ 50 ^{g} Asparagin, 200 ^{g} Stärke, 31 ^{g} Zucker, 17 ^{g} Oel.
„ III: 1,0 ^{kg} „ „ 400 ^{g} Kleie.
„ IV: 1,0 ^{kg} „ „ 200 ^{g} Stärke, 31 ^{g} Zucker, 17 ^{g} Oel.
„ V: 1,0 ^{kg} „ „ 400 ^{g} Kleie.
„ VI: 1,0 ^{kg} „ ohne jede Beigabe.
„ VII: 1,0 ^{kg} „ mit 400 ^{g} Kleie.

Auch diesmal waren alle Futtermaterialien vor Beginn des Versuches in ausreichender Menge beschafft und insbesondere das

1) Ueber die Zusammensetzung der Kleie vgl. die betreffenden Angaben des vorhergehenden Versuches S. 460.

Digitized by Google

Wiesenheu möglichst gleichmässig durchmengt worden. Jeden Morgen vor dem ersten Füttern wurde das Versuchsthier gewogen, täglich zweimal zu den bereits früher angegebenen Zeiten gemolken, von der Milch einer jeden Periode diesmal täglich ohne Unterbrechung der Trockensubstanzgehalt sowie das spec. Gewicht genau bestimmt und darnach der Milchertrag in Kubikcentimetern berechnet. Nur in der ersten Hälfte der ersten Periode hatte man unterlassen, diese Bestimmungen auszuführen, in allen übrigen war dies auch in den Vorfütterungsperioden geschehen. In der zweiten Hälfte jeder Fütterungsperiode, gewöhnlich an den 7 letzten Tagen, ermittelte man zugleich auch den Stickstoff- und Fettgehalt der Milch. Das zur Bereitung der Suppe verwendete Wasserquantum war in allen Perioden das gleiche und betrug ca. 5,5 Liter; nur während der Asparaginfütterungsperiode musste dasselbe einige Zeit lang um ca. 2 Liter verringert werden, da die Ziege in Folge eingetretener sehr kalter Witterung weniger Durst zeigte und das in den übrigen Perioden gereichte Wasserquantum sichtlich nicht aufnehmen wollte. Auf diese Weise wurde auch in dieser Periode, ebenso wie in allen übrigen, vermieden, dass Futterreste verblieben, die leicht das Versuchsergebniss zu trüben vermocht hätten. Ausser dem als Suppe gebotenen Wasser nahm die Ziege kein Wasser auf; nur in der sechsten Periode, in welcher ausschliesslich Heu ohne jede Beigabe gefüttert wurde, soff das Versuchsthier durchschnittlich pro Tag 3¼ Liter von dem vorgesetzten Brunnenwasser.

Die erste Fütterungsperiode dauerte vom 9. bis 24. April; bereits vor Beginn derselben hatte die Ziege ca. 1 Woche lang täglich 1,0 kg Heu und 400 g Kleie erhalten. Die Stalltemperatur war während dieser Periode sehr warm. Das Körpergewicht des Versuchsthieres fiel allmählich von 38 auf 34,5 kg.

Die zweite Periode dauerte vom 25. April bis 8. Mai; während derselben trat sehr rauhe und kalte Witterung ein, so dass das Thermometer am 1. und 2. Mai auf — 3 und — 1° C. fiel und dem entsprechend auch die Stalltemperatur erheblich kälter wurde. Dieser Umstand blieb sichtlich nicht ohne Einfluss auf die Milchproduction. Das Körpergewicht der Ziege betrug zu Anfang und zu Ende dieser Periode 34,5 kg.

Digitized by Google

Die dritte Periode dauerte vom 9. bis 26. Mai; die Witterung war während dieser Zeit wieder warm geworden, das Körpergewicht der Ziege constant geblieben.

Die vierte Periode dauerte vom 27. Mai bis 9. Juni. Besonders an den 3 ersten Tagen derselben war die Temperatur sehr heiss, so dass das Stallthermometer + 20° C. zeigte und niemals während dieser Periode unter + 11° C. herabging. Das Gewicht der Ziege war unverändert geblieben.

In den übrigen Perioden, von denen die fünfte vom 10. bis 23. Juni, die sechste vom 24. bis 30. Juni und die siebente vom 1. bis 14. Juli dauerte, war die Witterung ebenfalls meist sehr warm. Bei ausschliesslicher Heufütterung sank das Körpergewicht der Ziege, welches bisher in allen Perioden constant geblieben war, von 34,5 auf 33,0 kg, erreichte aber in der folgenden siebenten Periode, in welcher Heu und Kleie gefüttert wurde, bald wieder die frühere Höhe. Alles Weitere ergeben nachstehende Tabellen, in denen die in den verschiedenen Perioden gefundenen Mengen an Milch und Milchtrockensubstanz etc. zusammengestellt sind.

Bei näherer Prüfung der in den Tabellen niedergelegten Resultate macht sich Folgendes bemerkbar. Zunächst fällt sofort ins Auge, dass der Milchertrag während der Asparaginfütterung, trotzdem hier ungefähr die Hälfte der in den Perioden I, III, V und VII verfütterten verdaulichen Eiweissstoffe entzogen und durch eine dem N-Gehalte entsprechende Menge Asparagin ersetzt war, keine oder doch nur eine unerhebliche Verminderung erfahren hat. Prüfen wir die in Periode I, II und III enthaltenen Zahlen etwas genauer, so zeigt sich, dass z. B. an dem letzten Versuchstage einer jeden der drei Perioden ganz gleiche Quantitäten von Milch producirt wurden und dass eine etwas niedrige Milchproduction, wie sie an einzelnen Tagen der Asparaginfütterungsperiode vorkam, auch während der folgenden Kleiefütterungsperiode nicht ausblieb. Noch deutlicher und entschiedener als diese das Milchquantum angebenden Zahlen sprechen die in der Tabelle S. 474 verzeichneten Milchtrockensubstanzwerthe für die wesentliche Bedeutung des Asparagins bei der Fütterung des Milchviehes. Die bereits oben angeführten Momente treten hier meist noch klarer hervor; wir finden

Digitized by Google

Tabelle über den Milchertrag in Periode I—VII.

Periode I			Periode II			Periode III			Periode IV			Periode V			Periode VI			Periode VII		
Datum	g	ccm	Datum	g	ccm	Datum	g	ccm	Datum	g	ccm	Datum	g	ccm	Datum	g	ccm	Datum	g	ccm
April			April			Mai			Mai			Juni			Juni			Juli		
9	1427	—	25.	1497	1456	9.	1473	1433	27.	1413	1380	10.	1322	1289	24.	1272	1237	1.	1192	1160
10.	1387	—	26.	1586	1543	10.	1513	1474	28.	1557	1516	11.	1355	1319	25.	1270	1234	2.	1275	1241
11.	1576	—	27.	1529	1487	11.	1447	1408	29.	1532	1490	12.	1450	1414	26.	1182	1149	3.	1302	1265
12.	1497	—	28.	1565	1522	12.	1368	1329	30.	1491	1452	13.	1450	1411	27.	1135	1104	4.	1302	1268
13.	1490	—	29.	1486	1448	13.	1486	1447	31.	1460	1423	14.	1486	1445	28.	1098	1066	5.	1303	1269
14.	1520	—	30.	1454	1412	14.	1350	1312	Juni			15.	1526	1489	29.	1056	1027	6.	1295	1261
15.	1486	—	Mai			15.	1442	1402	1.	1313	1279	16.	1449	1412	30.	1092	1060	7.	1339	1305
16.	1537	—	1.	1424	1385	16.	1515	1475	2.	1475	1441	17.	1450	1410				8.	1362	1326
17.	1355	—	2.	1416	1377	17.	1459	1420	3.	1344	1311	18.	1462	1424				9.	1384	1349
18.	1508	—	3.	1350	1312	18.	1469	1432	4.	1298	1266	19.	1479	1439				10.	1289	1254
19.	1542	—	4.	1459	1418	19.	1531	1489	5.	1392	1358	20.	1503	1461				11.	1378	1342
20.	1633	—	5.	1436	1397	20.	1606	1561	6.	1316	1280	21.	1416	1377				12.	1310	1277
21.	1549	1507	6.	1476	1439	21.	1652	1606	7.	1274	1240	22.	1476	1435				13.	1316	1284
22.	1502	1461	7.	1408	1370	22.	1524	1482	8.	1291	1256	23.	1525	1486				14.	1247	1215
23.	1539	1497	8.	1463	1424	23.	1624	1585	9.	1297	1265									
24.	1456	1416				24.	1560	1523												
						25.	1598	1559												
						26.	1441	1403												

Digitized by Google

Tabelle über den procentischen und absoluten Milchtrockensubstanzgehalt in Periode I—VII.

Periode I			Periode II			Periode III			Periode IV			Periode V			Periode VI			Periode VII		
Datum	%	g	Datum	%	g	Datum	%	g	Datum	%	g	Datum	%	g	Datum	%	g	Datum	%	g
April			April			Mai			Mai			Juni			Juni			Juli		
9.	—	—	25.	12,44	181,1	9.	11,45	164,2	27.	11,01	151,9	10.	11,66	150,3	24.	12,00	148,4	1.	11,44	132,7
10.	—	—	26.	12,14	187,3	10.	11,83	174,4	28.	11,28	171,0	11.	11,57	152,6	25.	11,81	145,7	2.	11,48	142,5
11.	—	—	27.	12,29	182,8	11.	11,09	156,2	29.	11,66	173,7	12.	11,22	158,6	26.	11,79	135,5	3.	11,60	146,7
12.	—	—	28.	12,10	184,2	12.	11,52	153,1	30.	11,36	164,9	13.	11,46	161,7	27.	11,77	129,9	4.	11,55	146,4
13.	—	—	29.	12,21	176,8	13.	12,00	173,7	31.	10,92	155,4	14.	11,27	162,9	28.	11,65	124,2	5.	11,19	142,0
14.	—	—	30.	12,46	175,9	14.	11,48	150,6	Juni			15.	11,08	165,0	29.	11,75	120,7	6.	11,24	141,7
15.	—	—	Mai			15.	12,11	169,8	1.	11,89	151,1	16.	11,61	163,9	30.	11,77	124,8	7.	11,43	149,2
16.	—	—	1.	12,62	174,8	16.	10,57	155,9	2.	12,14	174,9	17.	11,47	161,7				8.	10,59	140,4
17.	—	—	2.	12,10	166,6	17.	11,79	167,4	3.	11,05	144,9	18.	11,53	164,2				9.	11,03	148,8
18.	—	—	3.	12,09	158,6	18.	10,91	155,2	4.	11,22	142,0	19.	11,78	169,5				10.	11,15	139,8
19.	—	—	4.	12,14	172,1	19.	11,62	173,0	5.	10,32	140,1	20.	11,63	169,9				11.	10,95	147,0
20.	—	—	5.	11,98	167,4	20.	11,32	176,7	6.	11,56	148,0	21.	11,20	153,2				12.	10,81	138,0
21.	12,26	184,8	6.	11,43	164,5	21.	11,82	189,8	7.	11,42	141,6	22.	11,87	170,3				13.	10,54	135,3
22.	12,53	183,1	7.	11,21	153,6	22.	11,05	153,8	8.	11,51	144,6	23.	11,78	175,2				14.	11,33	137,7
23.	12,86	192,5	8.	12,14	172,9	23.	11,71	185,6	9.	12,08	152,8									
24.	12,61	178,6				24.	11,94	181,8												
						25.	11,26	175,5												
						26.	12,26	172,0												

Digitized by Google

Tabelle über den procentischen und absoluten Proteïngehalt der Milch an je 4 Tagen der Perioden II. III. IV. V. VII.

Periode II			Periode III			Periode IV			Periode V			Periode VII		
Datum	%	g	Datum	%	g	Datum	%	g	Datum	%	g	Datum	%	g
Mai			Mai			Juni			Juni			Juli		
1.	2,78	38,5	18.	2,84	40,7	5.	2,69	36,5	18.	3,08	43,9	9.	2,96	39,9
2.	3,16	43,5	19.	2,87	42,7	6.	2,93	37,5	19.	3,07	44,2	10.	3,01	37,7
3.	2,91	38,2	20.	2,81	43,9	7.	2,93	36,3	20.	3,07	44,9	11.	2,98	40,0
4.	2,97	42,1	21.	2,97	47,7	8.	3,00	37,7	21.	3,04	41,9	12.	2,92	37,3
Mittel	2,96	40,6	Mittel	2,87	43,7	Mittel	2,89	37,0	Mittel	3,07	43,7	Mittel	2,94	38,7

Tabelle über den procentischen und absoluten Fettgehalt der Milch an je 4 Tagen der Perioden II. III. IV. V. VII.

Periode II			Periode III			Periode IV			Periode V			Periode VII		
Datum	%	g	Datum	%	g	Datum	%	g	Datum	%	g	Datum	%	g
Mai			Mai			Juni			Juni			Juli		
1.	3,90	54,0	18.	3,10	44,4	5.	2,97	40,3	18.	3,06	43,6	9.	3,02	40,7
2.	3,54	48,7	19.	3,71	55,2	6.	3,17	40,6	19.	3,23	46,5	10.	2,97	37,2
3.	3,56	46,7	20.	3,29	51,4	7.	3,30	40,9	20.	3,14	45,9	11.	2,81	37,7
4.	3,79	53,7	21.	3,15	50,6	8.	3,37	42,3	21.	2,80	38,6	12.	2,74	35,0
Mittel	3,70	50,8	Mittel	3,31	50,4	Mittel	3,20	41,0	Mittel	3,06	43,7	Mittel	2,89	37,7

Digitized by Google

hier, wo der werthlose und oft recht schwankende Wassergehalt der Milch eliminirt und nur der Trockensubstanzgehalt dieses Secretes berücksichtigt worden ist, dass z. B. die am vorletzten Tage der Asparaginfütterungsperiode beobachtete niedrigste Zahl 153,6 g gegen Ende der folgenden Kleiefütterungsperiode (am 22. Mai) ebenfalls vorkommt, ja dass in dieser Periode an einzelnen Tagen sogar noch niedrigere Erträge an Milchtrockensubstanz geliefert worden sind (z. B. am 6. Tage der dritten Periode 150,6 g) als während der Asparaginfütterung.

Am 13. Versuchstage der Periode III trat plötzlich eine höhere Milch- und Milchtrockensubstanz-Production ein als zuvor; am 14. Versuchstage fiel der Ertrag wieder sehr erheblich. Dieser Umstand, dass gerade an diesen beiden Tagen, an welchen eigentlich die dritte Periode geschlossen werden sollte, so differirende Zahlen erhalten wurden, gab Veranlassung, diese Periode noch um einige Tage zu verlängern. Hierdurch sollte ein Urtheil darüber gewonnen werden, ob die Milchproduction von jetzt ab etwa eine Steigerung erführe oder ob sie in ihrer bisherigen Höhe weiter verbliebe. Es zeigte sich nun, dass nur am 23. und 24. Mai etwas höhere Werthe für Milchtrockensubstanz erzielt wurden und dass von da ab das Milchtrockensubstanzquantum wieder fiel, so dass es, wie bereits bemerkt, am letzten Tage (26. Mai) ungefähr die gleiche Höhe besass wie an jedem letzten Tage (24. April und 8. Mai) der beiden vorhergehenden Perioden. Berechnet man sowohl bei Periode II wie III den Durchschnittsertrag an Milchtrockensubstanz während der 14 tägigen Versuchsdauer, so erhält man für die Asparaginfütterung 172,3 g und für die Kleiefütterung 165,2 g pro Tag. Würde man von jeder Periode nur die letzte der beiden Wochen in Anrechnung bringen und die Vorfütterung weglassen, so würde sich das Resultat bezüglich des Milchtrockensubstanzertrages für beide Perioden ungefähr gleichstellen; wollte man jedoch auch die letzten 4 Tage, um welche Periode III aus den bereits angegebenen Gründen verlängert wurde, mit hinzuziehen, was indess wohl kaum zulässig wäre, so würde sich in Folge der abnorm hohen Milcherträge, welche während dieser Zeit an 2 Tagen producirt wurden, das Resultat für die Asparaginfütterung etwas un-

Digitized by Google

günstiger als für die Kleiefütterung gestalten. Hierbei darf aber nicht unberücksichtigt bleiben, dass, wie bereits früher hervorgehoben wurde, während der Asparaginfütterungsperiode plötzlich sehr kalte Witterung eintrat und dass das Versuchsthier in Folge dessen weniger Wasser aufnahm als in allen übrigen Perioden. Selbstverständlich waren beide Momente für die Milchproduction ungünstig und konnten auch nicht ohne nachtheiligen Einfluss auf den Milchertrag bleiben. Denn einestheils ist zur Genüge bekannt, dass das lebende Thier in der Kälte einen grösseren Wärmeverlust erleidet als in der Wärme und dass als nothwendige Folge davon zur Erhaltung der normalen Körpertemperatur ein grösserer Theil des aufgenommenen Futters zur Wärmebildung verbraucht wird, der unter günstigeren Temperaturverhältnissen für die Production anderer werthvoller Stoffe verwendet werden könnte. Anderntheils wissen wir aber auch, und steht es ebenfalls mit den praktischen Erfahrungen im vollsten Einklange, dass ein geringerer Consum wässriger Flüssigkeiten einen weniger günstigen Einfluss auf die Milchproduction ausübt als ein stärkerer.

Dass bei übrigens gleichen Verhältnissen und auch bei ganz gleicher Fütterung plötzlich eintretende stärkere Abgabe von Körperwärme den Milchertrag erheblich vermindert und letzterer erst durch entsprechende Vermehrung des Futters auf seine frühere Höhe wieder gebracht werden kann, haben wir bereits früher [1]) durch einen in dieser Richtung angestellten Versuch gezeigt, und ebenso ist von F. Stohmann experimentell nachgewiesen worden [2]), dass unter sonst gleichen Umständen mit dem geringeren Wasserconsum auch eine verminderte Milchsecretion Hand in Hand geht und umgekehrt.

Um für unseren speciellen Fall ein ungefähres Urtheil zu gewinnen, wie gross etwa die Verminderung des Milchertrages in Folge der in Periode II verminderten Wasseraufnahme hätte sein können, erhielt die Versuchsziege unmittelbar in Anschluss an Periode VII, in welcher ebenso wie in Periode I, III und V täglich 1,0 ^{kg} Heu und 400 ^{g} Kleie mit ca. 5 $^{1}/_{2}$ Liter Wasser consumirt worden waren,

1) Vgl. Maly's Thierchemische Berichte 1879 Bd. 9 S. 340.

2) Biologische Studien (Braunschweig 1873) S. 88.

Digitized by Google

in einer Periode VIII genau das frühere Futter, jedoch mit dem Unterschiede, dass zur Suppenbereitung nicht 5½, sondern ca. 3½ Liter Wasser, d. i. dasjenige Quantum Wasser verwendet wurde, welches die Ziege während der Asparaginfütterung durchschnittlich pro Tag aufgenommen hatte.

Bei diesem geringeren Wasserconsum producirte das Versuchsthier nun folgende Milch- und Milchtrockensubstanzmengen:

Datum	Milchquantum		Trockensubstanz	
	g	ccm	%	g
Juli 15.	1232	1200	11,23	134,8
16.	1234	1201	11,37	136,6
17.	1213	1182	11,09	131,1
18.	1203	1172	11,36	133,1
19.	1192	1159	10,97	127,1
20.	1220	1189	11,05	131,4
21.	1186	1157	10,69	123,7
22.	1188	1159	10,88	126,1
23.	1183	1153	10,33	119,1

Offenbar hatte der Ertrag an Milch und ganz besonders derjenige an Milchtrockensubstanz, welcher in den letzten Tagen der vorhergehenden Periode constant gewesen war, diesmal nicht unwesentlich abgenommen. Dass zu dieser Abnahme neben der Lactationsdauer auch der geringere Wasserconsum wesentlich mit beigetragen, darf wohl als zweifellos angesehen werden.

Alle diese Umstände weisen also klar darauf hin, dass die Milchsecretion während der Asparaginfütterung, welche schon an und für sich keine geringe war, sondern derjenigen während der Kleiefütterung ungefähr gleich kam, aller Wahrscheinlichkeit nach grösser gewesen wäre, wenn nicht die oben geschilderten Momente benachtheiligend auf sie eingewirkt hätten. Dass indess trotzdem diese Versuchsreihe den Werth des Asparagins für die Milchproduction klar und deutlich beweist, wurde bereits früher hervorgehoben. Hierzu kommt noch der Umstand, dass nach F. Stohmann's zahlreichen und umfassenden Versuchen über die Milchproduction bei Ziegen [1]), sowie auch nach sonstigen Beobachtungen in dieser

1) a. a. O. S. 82.

Digitized by Google

Richtung als feststehend angenommen werden kann, dass sich schroffe Uebergänge im Futter sofort deutlich bemerkbar machen, indem bereits am ersten Tage der neuen Fütterungsweise entsprechend der Art und Menge des neuen Futters entweder mehr oder weniger Milch producirt wird. Diese Differenzen im Milchertrage treten im Laufe der ersten Woche nach und nach noch stärker und am stärksten in der zweiten Versuchswoche hervor.

Beobachten wir nun die Milch- resp. Milchtrockensubstanzmengen, welche an den ersten und letzten Tagen einer jeden Periode producirt wurden, so erhalten wir folgendes Bild:

Periode	Art der Fütterung	Tag	Milch-menge	Milch-trocken-substanz
I	1kg Heu mit Eiweiss u. Nfr. Beigabe	letzter	1416 ccm	178,6 g
II	1kg Heu mit Asparagin u. Nfr. Beigabe	erster	1456	181,1
		letzter	1424	172,9
III	1kg Heu mit Eiweiss u. Nfr. Beigabe	erster	1433	164,2
		letzter	1403	172,0
IV	1kg Heu ohne Nh- aber mit Nfr. Beigabe	erster	1380	151,9
		letzter	1265	152,8
V	1kg Heu mit Eiweiss u. Nfr. Beigabe	erster	1289	150,3
		letzter	1486	175,2
VI	1kg Heu ohne jede Beigabe	erster	1237	148,4
		letzter	1060	124,8
VII	1kg Heu mit Eiweiss u. Nfr. Beigabe	erster	1160	132,7
		letzter	1215	137,7

Obige Zahlen sprechen für sich selbst, sie bestätigen der Hauptsache nach die Stohmann'schen Beobachtungen und legen klar dar, dass etwa die Hälfte des verdaulichen Eiweisses im Futter durch eine dem Stickstoffgehalte nach gleiche Menge von Asparagin ersetzt werden konnte, ohne dass sich bezüglich des Körpergewichtes und der Milchproduction bei dem Thiere eine wesentliche Veränderung bemerkbar machte.

Ganz anders gestalten sich die Resultate in Periode IV, in welcher der früheren Heuration weder Eiweiss noch Asparagin beigegeben wurde, also factisch ein schroffer Futterwechsel insofern stattfand, als man hier nur etwa halb so viel verdauliches Futter-

Digitized by Google

eiweiss reichte wie in der vorhergehenden und nachfolgenden Periode. Sofort macht sich in diesem Falle der schroffe Futterwechsel dadurch bemerkbar, dass bereits am ersten Tage weniger Milch und besonders weniger Milchtrockensubstanz producirt wurde. Diese Unterschiede im Milchertrage treten in noch weit stärkerem Maasse bei Periode VI hervor, in welcher ausschliesslich Wiesenheu gefüttert wurde: ein Umstand, der dafür spricht, dass in diesem Falle [1]) auch bereits reine Stärkemehlbeigabe der Milchsecretion bis zu einem gewissen Grade förderlich war. Aehnliche Beobachtungen machte F. Stohmann [2]). Derselbe fand bei seinen Fütterungsversuchen mit Ziegen, dass Stärkemehl in mässigen Gaben zum Heu gereicht eine allerdings meist nur geringe Steigerung der Milchproduction hervorrief, und schliesst hieraus auf einen die Milchproduction begünstigenden Einfluss, wobei er jedoch bemerkt, dass dieser Einfluss des Stärkemehls „vorläufig nur vermuthungsweise mit aller Reserve“ ausgesprochen sein möge „bis direct hierauf gelenkte Untersuchungen weiteren Aufschluss geben“.

Werfen wir schliesslich noch einen Blick auf den Gehalt der in den verschiedenen Perioden producirten Milch an Eiweissstoffen und Fett, welcher in der dritten Tabelle verzeichnet ist, so bemerken wir zunächst, dass sich der procentische Eiweissgehalt mit abnehmender Lactation nur wenig verändert, wogegen der Fettgehalt allmählich geringer wird: ein Umstand, der wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen ist, dass die Milchdrüse mit fortschreitender Lactation mehr und mehr ihre Fähigkeit, Eiweiss in Fett umzubilden, einbüsst.

Fassen wir nun die Ergebnisse aller von uns nach verschiedenen Richtungen und unter verschiedenen Verhältnissen ausgeführten Asparaginfütterungsversuche zusammen, so führen sie uns, trotz mancher Störungen, die sich bisweilen einstellten, und trotzdem die Resultate in einzelnen Fällen weniger scharf als wünschenswerth hervortraten, zu dem Schluss, dass das Asparagin eiweissersparend zu wirken vermag, indem es sowohl den Eiweissansatz im Körper

---

1) Bei der Fütterung des Milchschafes schien Stärkemehlbeigabe nicht vortheilhaft, sondern eher nachtheilig auf die Milchproduction gewirkt zu haben.

2) a. a. O. S. 85.

Digitized by Google

als auch die Milchproduction fördert und ausserdem auch bei einem Futter mit geringem Gehalt an Eiweiss, aber hohem an Nfreien Nährstoffen die unter solchen Verhältnissen eintretende Verdauungsdepression zu vermindern im Stande ist. Das Asparagin besitzt demnach für die Ernährung der Herbivoren einen bestimmten Werth, der, vom praktischen Standpunkt aus betrachtet, dem des Eiweisses insofern bis zu einem gewissen Grade nahe kommt, als das Asparagin neben dem letzteren verabreicht eine der Production günstige Wirkung ausübt. Bei der Fütterung erwachsener Thiere wird es daher meist gleichgültig sein, ob in dem Futter derselben aller Stickstoff als Eiweiss, oder ob ein Theil des Gesammtstickstoffs in Form von Asparagin vorhanden ist, woraus dann weiter in Uebereinstimmung mit den praktischen Erfahrungen hervorgeht, dass Futtermittel, welche einen Theil ihres Gesammtstickstoffs in Form von Asparagin (oder wohl auch in Form eines anderen diesem ähnlichen Amidokörpers) enthalten, einen gleichen oder doch ähnlichen Futterwerth besitzen, wie solche, in welchen aller Stickstoff als Eiweiss vorgefunden wird.

Als Erklärung für dieses Verhalten des Asparagins im Organismus der Herbivoren und Vögel könnte man annehmen, dass sich dasselbe im Körper dieser Thiere entweder mit Hilfe der stickstofffreien Substanzen zu Eiweiss regenerirt oder ähnlich, wie dies z. B. beim Leim der Fall ist, durch seinen Zerfall wirkt und hierdurch zum Nahrungsstoff wird.

Dass das Asparagin im Pflanzenorganismus ein dem Eiweiss sehr nahestehender Zerfalls- und zugleich auch Regenerationsstoff ist und hier thatsächlich mit Hilfe der Kohlenhydrate wieder von neuem zum Aufbau von Eiweiss verwendet werden kann, darf wohl nach den in dieser Richtung ausgeführten Untersuchungen geschlossen werden. Anders liegen freilich die Verhältnisse im Thierkörper. Zwar haben besonders neuere Untersuchungen gelehrt, dass auch in diesem Organismus eine nicht unbeträchtliche Anzahl von synthetischen Processen vor sich geht, und von einzelnen Seiten ist man sogar nicht abgeneigt, einen Wiederaufbau des Eiweisses aus gewissen stickstoffhaltigen Zerfallsproducten unter Mithilfe stickstofffreier Substanzen anzunehmen; wahrscheinlicher dürfte indess wohl

Digitized by Google

sein, dass, wie bereits mehrfach im Laufe dieser Arbeit hervorgehoben wurde, die Wirkung des Asparagins als Nahrungsstoff hauptsächlich darin besteht, für einen gewissen Theil des Eiweisses zu zerfallen und dadurch eiweissersparend zu wirken.

Bekannt ist ja, dass für einen Theil des Nahrungseiweisses andere Stoffe eintreten können, wie dies z. B. nach C. v. Voit's Untersuchungen in sehr bedeutendem Maasse bezüglich des Leimes, in geringerem bezüglich des Fettes und der Kohlenhydrate der Fall ist. Hierdurch sind diese Substanzen befähigt, den Körper mit einer geringeren Eiweissmenge der Nahrung auf seinem Bestande an Eiweiss zu erhalten, resp. noch Eiweiss zum Ansatz zu bringen. Auch das Asparagin besitzt nun, wie aus unseren Untersuchungen zu schliessen ist, eine solche Wirkung und hat hierbei noch den Vorzug, ein leicht resorbirbarer Körper zu sein, der in Folge dessen dem Körper wenig Verdauungsarbeit verursacht.

Analytische Belege.

A. Futterstoffe.

1. N-Bestimmungen. (1ccm Natronlauge = 0,0027208 g N.)

						Mittel
Bohnenschrot[1]	0,4402 g tr. Subst.	= 6,55 ccm NaOH	= 0,017821 g N	= 4,05 %		4,09 %
	0,3424 „ „	= 5,20 „	= 0,014148 „	= 4,13 %		
Wiesenheu	0,7040 „ „	= 5,25[2]) „	= 0,014212 „	= 2,02 %		2,02 %
	0,7691 „ „	= 5,70[2]) „	= 0,01543 „	= 2,01 %		

2. Aetherextractbestimmungen.

				Mittel
Bohnenschrot	3,2020 g tr. Subst.	= 0,0647 g Extractstoffe	= 2,02 %	2,03 %
	2,6363 „ „	= 0,0536 „	= 2,03 %	
Wiesenheu	2,7782 „ „	= 0,1465 „	= 5,27 %	5,30 %
	3,4782 „ „	= 0,1855 „	= 5,33 %	

---

1) Dieses Bohnenschrot war bereits zu früheren Fütterungsversuchen (vgl. Journ. f. Landwirthsch. Bd. 28 S. 125) verwendet und bis auf weiteres in einer festverstöpselten Glasflasche aufbewahrt worden. In dem bei diesen Versuchen verwendeten Rest des Bohnenschrots wurden nochmals Trockensubstanz- und N-Bestimmungen, auf die hier hauptsächlich Gewicht zu legen war, ausgeführt und hierbei obige von den früher angegebenen Zahlen etwas abweichende Resultate erhalten. Bezüglich der übrigen hier weniger in Betracht kommenden Bestandtheile wurde von einer nochmaligen Analyse Abstand genommen, und die früher gefundenen Zahlen verwendet.

2) Hier war 1ccm NaOH = 0,002707 g N.

Digitized by Google

3. Rohfaserbestimmungen.

Bohnenschrot	2,6848 g tr. Subst.	= 0,1022 g N- u. aschefr. Rohfaser	= 3,81%	3,83%
	2,6855 „ „	= 0,1099 „ „ „ „	= 4,09%	
	2,6706 „ „	= 0,1018 „ „ „ „	= 3,81%	
	2,6629 „ „	= 0,0946 „ „ „ „	= 3,55%	
	2,6643 „ „	= 0,1034 „ „ „ „	= 3,88%	
Wiesenheu	3,2988 „ „	= 0,8868 „ „ „ „	= 26,88%	26,15%
	3,2968 „ „	= 0,8569 „ „ „ „	= 25,99%	
	3,2946 „ „	= 0,8691 „ „ „ „	= 26,38%	
	3,2957 „ „	= 0,8399 „ „ „ „	= 25,48%	
	3,2941 „ „	= 0,8568 „ „ „ „	= 26,01%	

4. Aschebestimmungen.

Bohnenschrot	4,4330 g tr. Subst.	= 0,1625 g Reinasche	= 3,67%	3,65%
	4,4357 „ „	= 0,1607 „	= 3,62%	
Wiesenheu	7,0957 „ „	= 0,6552 „	= 9,23%	9,24%
	6,3233 „ „	= 0,5850 „	= 9,25%	

B. Fäces.

1. N-Bestimmungen. (1 ccm Natronlauge = 0,002707 g N.)

Per. I.	Thier I	0,6925 g tr. Subst.	= 5,20 ccm NaOH	= 0,014076 g N	= 2,03%	2,00%
		0,7717 „ „	= 5,60 „	= 0,015159 „	= 1,96%	
	Thier II	0,7051 „ „	= 5,50 „	= 0,014889 „	= 2,11%	2,11%
		0,7748 „ „	= 6,00 „	= 0,016242 „	= 2,10%	
Per. II.	Thier I	0,6983 „ „	= 6,00 „	= 0,016242 „	= 2,33%	2,31%
		0,7015 „ „	= 5,90 „	= 0,015971 „	= 2,28%	
	Thier II	0,6603 „ „	= 5,55 „	= 0,015024 „	= 2,28%	2,29%
		0,7158 „ „	= 6,05 „	= 0,016377 „	= 2,29%	
Per. III.	Thier I	0,7679 „ „	= 6,05 „	= 0,016377 „	= 2,13%	2,16%
		0,7055 „ „	= 5,70 „	= 0,015430 „	= 2,19%	
	Thier II	0,7543 „ „	= 6,45 „	= 0,01746 „	= 2,31%	2,33%
		0,7055 „ „	= 6,10 „	= 0,016513 „	= 2,34%	

2. Aetherextractbestimmungen.

Per. I.	Thier I	2,4851 g tr. Subst.	= 0,1229 g Extractstoffe	= 4,95%	4,93%
		2,7036 „ „	= 0,1324 „	= 4,90%	
	Thier II	2,3003 „ „	= 0,1200 „	= 5,22%	5,26%
		2,1572 „ „	= 0,1141 „	= 5,29%	
Per. II.	Thier I	2,2614 „ „	= 0,1162 „	= 5,14%	5,15%
		2,1802 „ „	= 0,1124 „	= 5,16%	
	Thier II	2,1319 „ „	= 0,1091 „	= 5,12%	5,09%
		2,1368 „ „	= 0,1081 „	= 5,06%	
Per. III.	Thier I	2,5757 „ „	= 0,1295 „	= 5,03%	5,00%
		2,2945 „ „	= 0,1137 „	= 4,96%	
	Thier II	2,5127 „ „	= 0,1268 „	= 5,05%	5,06%
		2,2566 „ „	= 0,1141 „	= 5,06%	

Digitized by Google

3. Rohfaserbestimmungen.

Per.	Thier	g tr. Subst.	g N- u. aschefr. Rohfaser	%	Mittel
Per. I.	Thier I	3,3494	0,8627	25,76 %	
		3,3476	0,8118	24,25 %	
		3,3504	0,7960	23,76 %	24,57 %
		3,3536	0,8131	24,25 %	
		3,3489	0,8315	24,83 %	
	Thier II	3,3476	0,8645	25,82 %	
		3,3479	0,8360	24,97 %	25,24 %
		3,3467	0,8443	25,23 %	
		3,3483	0,8345	24,92 %	
Per. II.	Thier I	3,2546	0,8571	26,34 %	
		3,2546	0,8860	27,22 %	
		3,2501	0,8410	25,88 %	26,39 %
		3,2503	0,8697	26,76 %	
		3,2555	0,8387	25,76 %	
	Thier II	3,2601	0,8484	26,02 %	
		3,2595	0,8632	26,48 %	
		3,2584	0,8186	25,12 %	25,75 %
		3,2605	0,8446	25,90 %	
		3,2640	0,8240	25,25 %	
Per. III.	Thier I	3,3087	0,8841	26,72 %	
		3,3093	0,9049	27,34 %	
		3,3053	0,8637	26,13 %	26,53 %
		3,3113	0,8825	26,65 %	
		3,3066	0,8542	25,83 %	
	Thier II	3,2884	0,8521	25,91 %	
		3,2862	0,8785	26,73 %	
		3,2884	0,8512	25,88 %	26,30 %
		3,2876	0,8704	26,48 %	
		3,2882	0,8715	26,50 %	

4. Aschebestimmungen.

Per.	Thier	g tr. Subst.	g Reinasche	%	Mittel
Per. I.	Thier I	7,6566	1,2267	16,02 %	16,06 %
		5,1930	0,8362	16,10 %	
	Thier II	6,5854	1,0941	16,61 %	16,60 %
		6,2515	1,0365	16,58 %	
Per. II.	Thier I	6,2578	0,9303	14,87 %	14,90 %
		6,0223	0,8986	14,92 %	
	Thier II	6,0701	0,8998	14,82 %	14,84 %
		6,2977	0,9349	14,85 %	
Per. III.	Thier I	5,2578	0,7643	14,54 %	14,53 %
		6,8741	0,9971	14,51 %	
	Thier II	6,7491	1,0105	14,97 %	14,87 %
		6,9897	1,0326	14,77 %	

Digitized by Google

C. Harn.

N-Bestimmungen. (1 ccm Natronlauge = 0,0034724 g N.)

6 ccm des mit 200 ccm Spülwasser vermengten Harns entsprachen bei

Periode I.

Datum	Thier I. ccm NaOH		Thier II. ccm NaOH	
21. Nov.	16,50 ccm NaOH	= 0,057295 g N	17,70 ccm NaOH	= 0,057497 g N
	16,55 „		17,70 „	
22. „	18,80 „	= 0,065281 „	19,55 „	= 0,067885 „
	18,80 „		19,55 „	
23. „	18,60 „	= 0,064239 „	18,25 „	= 0,06285 „
	18,45 „		17,90 „	
24. „	16,25 „	= 0,056253 „	17,95 „	= 0,062156 „
	16,15 „		17,80 „	
25. „	19,40 „	= 0,067017 „	19,40 „	= 0,067017 „
	19,20 „		19,20 „	
26. „	20,50 „	= 0,071011 „	19,05 „	= 0,065976 „
	20,40 „		18,95 „	

Periode II.[1]

Datum	Thier I. ccm NaOH		Thier II. ccm NaOH	
5. Dec.	33,95 ccm NaOH	= 0,090146 g N	45,10 ccm NaOH	= 0,120195 g N
	33,55 „		44,95 „	
6. „	33,00 „	= 0,088277 „	46,25 „	= 0,123934 „
	33,10 „		46,50 „	
7. „	32,95 „	= 0,087876 „	46,15 „	= 0,123133 „
	32,80 „		46,00 „	
8. „	32,90 „	= 0,087876 „	43,35 „	= 0,115788 „
	32,90 „		43,35 „	
9. „	34,30 „	= 0,091215 „	45,35 „	= 0,121664 „
	34,00 „		45,75 „	
10. „	35,80 „	= 0,096022 „	44,05 „	= 0,117791 „
	36,10 „		44,20 „	

Periode III.[2]

Datum	Thier I. ccm NaOH		Thier II. ccm NaOH	
18. Dec.	21,35 ccm NaOH	= 0,0577945 g N	45,05 ccm NaOH	= 0,121950 „
	21,35 „		45,05 „	
19. „	21,20 „	= 0,057388 „	40,70 „	= 0,110175 „
	21,15 „		40,70 „	
20. „	22,80 „	= 0,06172 „	39,35 „	= 0,106385 „
	22,80 „		39,25 „	
21. „	22,80 „	= 0,06172 „	44,55 „	= 0,120732 „
	22,80 „		44,65 „	
22. „	23,40 „	= 0,063344 „	45,05 „	= 0,121950 „
	23,35 „		45,05 „	
23. „	19,60 „	= 0,053057 „	45,75 „	= 0,121274 „
	19,60 „		45,85 „	

1) 1 ccm Natronlauge = 0,002671 g N.

2) 1 ccm Natronlauge = 0,002707 g N.

Digitized by Google

A. Futterstoffe.

1. N-Bestimmungen. (1 ccm Natronlauge = 0,0036 g N.)

	tr. Subst.	NaOH	N	% N	Mittel
Wiesenheu	0,7423 g tr. Subst.	= 4,30 ccm Na OH	= 0,01548 g N	= 2,09 % N	2,08 %
	0,5568 „ „	= 3,75 „	= 0,0135 „	= 2,06 % „	

2. S-Bestimmungen.

	tr. Subst.	$BaSO_4$	S	% S	Mittel
Wiesenheu	1,8618 g tr. Subst.	= 0,0490 g Ba SO_4	= 0,0067297 g S	= 0,36 % S	0,36 %
	1,9654 „ „	= 0,0515 „	= 0,007073 „	= 0,36 % „	

3. Aetherextractbestimmungen.

	tr. Subst.	Extractstoffe	%	Mittel
Wiesenheu	2,9266 g tr. Subst.	= 0,1490 g Extractstoffe	= 5,09 %	5,13 %
	2,5840 „ „	= 0,1333 „	= 5,16 %	

4. Rohfaserbestimmungen.

	tr. Subst.	N- u. aschefr. Rohfaser	%	Mittel
Wiesenheu	2,7923 g tr. Subst.	= 0,6723 g N- u. aschefr. Rohfaser	= 24,08 %	24,21 %
	2,7973 „ „	= 0,6713 „ „ „ „	= 24,00 %	
	2,7928 „ „	= 0,6836 „ „ „ „	= 24,48 %	
	2,7958 „ „	= 0,6856 „ „ „ „	= 24,52 %	
	2,7917 „ „	= 0,6685 „ „ „ „	= 23,95 %	

5. Aschebestimmungen.

	tr. Subst.	Reinasche	%	Mittel
Wiesenheu	7,9099 g tr. Subst.	= 0,7768 g Reinasche	= 9,82 %	9,75 %
	7,2123 „ „	= 0,6982 „	= 9,68 %	

B. Fäces.

1. N-Bestimmungen. (1 ccm Natronlauge = 0,0036 g N.)

	tr. Subst.	NaOH	N	% N	Mittel
Per. I.	0,7419 g tr. Subst.	= 4,15 ccm Na OH	= 0,01494 g N	= 2,01 % N	2,01 %
	0,6727 „ „	= 3,75 „	= 0,01350 „	= 2,01 % „	
Per. II.	0,7422 „ „	= 4,60 „	= 0,01656 „	= 2,23 % „	2,22 %
	0,7090 „ „	= 4,35 „	= 0,01566 „	= 2,21 % „	
Per. III.	0,7413 „ „	= 4,50 „	= 0,01620 „	= 2,19 % „	2,20 %
	0,7451 „ „	= 4,55 „	= 0,01638 „	= 2,20 % „	

2. S-Bestimmungen.

	tr. Subst.	$BaSO_4$	S	%	Mittel
Per. I.	2,3031 g tr. Subst.	= 0,0638 g Ba SO_4	= 0,008762 g S	= 0,38 %	0,39 %
	1,9051 „ „	= 0,0543 „	= 0,007458 „	= 0,39 %	
Per. II.	1,9054 „ „	= 0,0505 „	= 0,006936 „	= 0,36 %	0,37 %
	2,0749 „ „	= 0,0554 „	= 0,007609 „	= 0,37 %	
Per. III.	2,1417 „ „	= 0,0583 „	= 0,008007 „	= 0,37 %	0,38 %
	1,8506 „ „	= 0,0511 „	= 0,007018 „	= 0,38 %	

3. Aetherextractbestimmungen.

	tr. Subst.	Extractstoffe	%	Mittel
Per. I.	1,9451 g tr. Subst.	= 0,1010 g Extractstoffe	= 5,19 %	5,18 %
	2,1979 „ „	= 0,1135 „	= 5,16 %	
Per. II.	2,1849 „ „	= 0,1117 „	= 5,11 %	5,05 %
	2,1722 „ „	= 0,1083 „	= 4,99 %	
Per. III.	1,5800 „ „	= 0,0807 „	= 5,11 %	5,14 %
	1,4640 „ „	= 0,0755 „	= 5,16 %	

Digitized by Google

4. Rohfaserbestimmungen.

Per. I.	2,7802 g tr. Subst.	= 0,6628 g N- u. aschefr. Rohfaser	= 23,84 %		24,52 %
	2,7786 „ „	= 0,6931 „ „ „ „	= 24,94 %		
	2,7780 „ „	= 0,6876 „ „ „ „	= 24,75 %		
	2,7828 „ „	= 0,6933 „ „ „ „	= 24,91 %		
	2,7825 „ „	= 0,6722 „ „ „ „	= 24,16 %		
Per. II.	2,7919 „ „	= 0,6846 „ „ „ „	= 24,52 %		24,69 %
	2,7927 „ „	= 0,7014 „ „ „ „	= 25,12 %		
	2,7942 „ „	= 0,6858 „ „ „ „	= 24,54 %		
	2,7951 „ „	= 0,6933 „ „ „ „	= 24,80 %		
	2,7913 „ „	= 0,6832 „ „ „ „	= 24,48 %		
Per. III.	2,7881 „ „	= 0,6893 „ „ „ „	= 24,72 %		24,49 %
	2,7862 „ „	= 0,6943 „ „ „ „	= 24,92 %		
	2,7856 „ „	= 0,6734 „ „ „ „	= 24,17 %		
	2,7894 „ „	= 0,6778 „ „ „ „	= 24,30 %		
	2,7878 „ „	= 0,6790 „ „ „ „	= 24,36 %		

5. Aschebestimmungen.

Per. I.	5,0854 g tr. Subst.	= 0,8105 g Reinasche	= 15,94 %	16,01 %
	6,0019 „ „	= 0,9645 „	= 16,07 %	
Per. II.	5,8878 „ „	= 0,9098 „	= 15,45 %	15,51 %
	6,2017 „ „	= 0,9659 „	= 15,57 %	
Per. III.	5,1433 „ „	= 0,8107 „	= 15,76 %	15,86 %
	4,9262 „ „	= 0,7860 „	= 15,96 %	

C. Harn.

1. N-Bestimmungen. (1 ccm Natronlauge = 0,002939 g N.)

8 ccm des mit 200 ccm Spülwasser vermengten Harns entsprachen:

Per. I.	16. April	33,80 ccm NaOH	= 0,099333 g N
		33,80 „	
	17. „	34,55 „	= 0,101390 „
		34,50 „	
	18. „	35,10 „	= 0,103594 „
		35,40 „	
	19. „	33,10 „	= 0,097276 „
		33,10 „	
	20. „	28,90 „	= 0,084786 „
		28,80 „	
	21. „	31,00 „	= 0,091104 „
		31,00 „	
Per. II.	28. „	30,15 „	= 0,088459 „
		30,10 „	
	29. „	30,70 „	= 0,090223 „
		30,70 „	
	30. „	33,00 „	= 0,096688 „
		32,80 „	

Digitized by Google

	1. Mai	30,60 ccm NaOH	= 0,089782 g N
		30,50 „	
	2. „	30,10 „	= 0,088459 „
		30,05 „	
	3. „	28,75 „	= 0,084345 „
		28,70 „	

5 ccm des mit 200 ccm Spülwasser vermengten Harns entsprachen:

Per. III.	10. Mai	37,25 ccm NaOH	= 0,109325 g N
		37,20 „	
	11. „	37,10 „	= 0,109031 „
		37,10 „	
	12. „	36,90 „	= 0,108444 „
		36,90 „	
	13. „	36,00 „	= 0,105799 „
		36,00 „	
	14. „	34,80 „	= 0,102419 „
		34,90 „	
	15. „	34,50 „	= 0,101243 „
		34,40 „	

2. S-Bestimmungen.

20 ccm des mit 200 ccm Spülwasser vermengten Harns entsprachen:

Per. I.	16. April	0,3425 g $BaSO_4$	= 0,04759 g S
		0,3505 „	
	17. „	0,2775 „	= 0,03841 „
		0,2818 „	
	18. „	0,3092 „	= 0,04177 „
		0,2990 „	
	19. „	0,2590 „	= 0,03598 „
		0,2650 „	
	20. „	0,2390 „	= 0,03254 „
		0,2348 „	
	21. „	0,2635 „	= 0,03646 „
		0,2675 „	
Per. II.	28. „	0,2868 „	= 0,03939 „
		— „	
	29. „	0,2670 „	= 0,03655 „
		0,2652 „	
	30. „	0,2883 „	= 0,03961 „
		0,2885 „	
	1. Mai	0,2860 „	= 0,03907 „
		0,2830 „	
	2. „	0,2886 „	= 0,03944 „
		0,2857 „	
	3. „	0,3081 „	= 0,04204 „
		0,3040 „	

Digitized by Google

Per.	Datum	g $BaSO_4$		Mittel g S
Per. III.	10. Mai	0,2378 g $BaSO_4$	0,2331 „	= 0,03234 g S
	11. „	0,2606 „	0,2590 „	= 0,03568 „
	12. „	0,2630 „	— „	= 0,03612 „
	13. „	0,2270 „	0,2341 „	= 0,03167 „
	14. „	0,2648 „	0,2809 „	= 0,03748 „
	15. „	0,2427 „	0,2359 „	= 0,03287 „

Gänse-Asparaginfütterung.

A. Futtermittel.

N-Bestimmungen in den Nudeln. (1 ccm Natronlauge = 0,0034724 g N.)

Nudeln	lfttr. Subst.	ccm NaOH	g N	% N	Mittel
1.	0,5039 g lfttr. Subst.	= 2,75 ccm NaOH	= 0,009549 g N	= 1,90% N	1,88% N
	0,7995 „ „	= 4,25 „	= 0,014758 „	= 1,85% „	
2.	0,7011 „ „	= 3,95 „	= 0,013716 „	= 1,96% „	1,96% „
	0,8200 „ „	= 4,60 „	= 0,015973 „	= 1,95% „	
3.	0,7045 „ „	= 1,90 „	= 0,006598 „	= 0,94% „	0,95% „
	0,8330 „ „	= 2,30 „	= 0,007987 „	= 0,96% „	
4.	0,5998 „ „	= 3,45 „	= 0,011980 „	= 2,00% „	2,00% „
	0,8010 „ „	= 4,60 „	= 0,015973 „	= 1,99% „	
5.	0,6061 „ „	= 3,65 „	= 0,012674 „	= 2,09% „	2,05% „
	0,8065 „ „	= 4,65 „	= 0,016147 „	= 2,00% „	

B. Excremente.

N-Bestimmungen.

Periode I. (1 ccm Natronlauge = 0,002671 g N.)

Gans	Datum	lfttr. Subst.	ccm NaOH	g N	%	Mittel
Gans I.	15. Nov.	0,8570 g lfttr. Subst.	= 9,75 ccm NaOH	= 0,026042 g N	= 3,04%	3,03%
		0,7252 „ „	= 8,20 „	= 0,021902 „	= 3,02%	
	16. „	0,7820 „ „	= 8,30 „	= 0,022169 „	= 2,83%	2,86%
		0,7507 „ „	= 8,10 „	= 0,021635 „	= 2,88%	
	17. „	0,7895 „ „	= 8,70 „	= 0,023238 „	= 2,94%	2,96%
		0,8745 „ „	= 9,75 „	= 0,026042 „	= 2,98%	
	18. „	0,7132 „ „	= 8,05 „	= 0,021502 „	= 3,01%	3,00%
		0,8030 „ „	= 9,00 „	= 0,024039 „	= 2,99%	
	19.[1] „	0,7108 „ „	= 7,80 „	= 0,021145 „	= 2,97%	2,97%
		0,7304 „ „	= 8,00 „	= 0,021656 „	= 2,96%	
	20.[1] „	0,7543 „ „	= 8,30 „	= 0,022468 „	= 2,98%	2,98%
		0,8211 „ „	= 9,00 „	= 0,024363 „	= 2,97%	
	21.[1] „	0,6714 „ „	= 7,30 „	= 0,019761 „	= 2,94%	2,95%
		0,8250 „ „	= 9,00 „	= 0,024363 „	= 2,95%	
	22.[1] „	0,7988 „ „	= 8,80 „	= 0,023822 „	= 3,00%	3,00%
		0,7407 „ „	= 8,20 „	= 0,022197 „	= 3,00%	

1) 1 ccm Natronlauge = 0,002707 g N.

Digitized by Google

Gans II.	15. Nov.	0,8055 g lfttr. Subst.	= 9,00 ccm NaOH	= 0,024039 g N	= 2,98 %	3,00 %
		0,7259 „ „	= 8,20 „	= 0,021902 „	= 3,02 %	
	16. „	0,8255 „ „	= 9,20 „	= 0,024573 „	= 2,98 %	3,02 %
		0,7100 „ „	= 8,10 „	= 0,021605 „	= 3,05 %	
	17. „	0,8125 „ „	= 9,25 „	= 0,024707 „	= 3,04 %	3,03 %
		0,7475 „ „	= 8,45 „	= 0,022570 „	= 3,02 %	
	18. „	0,8030 „ „	= 8,70 „	= 0,023238 „	= 2,89 %	2,91 %
		0,7186 „ „	= 7,85 „	= 0,020967 „	= 2,92 %	
	19.[1] „	0,8110 „ „	= 8,85 „	= 0,023957 „	= 2,95 %	2,92 %
		0,6220 „ „	= 6,65 „	= 0,018002 „	= 2,89 %	
	20.[1] „	0,7912 „ „	= 8,55 „	= 0,023145 „	= 2,93 %	2,96 %
		0,8242 „ „	= 9,10 „	= 0,024634 „	= 2,99 %	
	21.[1] „	0,7800 „ „	= 8,40 „	= 0,022739 „	= 2,92 %	2,93 %
		0,7540 „ „	= 8,20 „	= 0,022197 „	= 2,94 %	
	22.[1] „	0,8161 „ „	= 9,20 „	= 0,024904 „	= 3,05 %	3,06 %
		0,6640 „ „	= 7,50 „	= 0,020303 „	= 3,06 %	
		Periode II. (1 ccm Natronlauge = 0,002707 g N.)				
Gans I.	23. Nov.	0,8008 g lfttr. Subst.	= 9,60 ccm NaOH	= 0,025987 g N	= 3,24 %	3,27 %
		0,7118 „ „	= 8,70 „	= 0,023551 „	= 3,31 %	
	24. „	0,8015 „ „	= 9,45 „	= 0,025581 „	= 3,19 %	3,17 %
		0,7810 „ „	= 9,10 „	= 0,024634 „	= 3,15 %	
	25. „	0,6902 „ „	= 7,95 „	= 0,021521 „	= 3,12 %	3,12 %
		0,8253 „ „	= 9,50 „	= 0,025717 „	= 3,12 %	
	26. „	0,7042 „ „	= 8,00 „	= 0,021656 „	= 3,08 %	3,10 %
		0,8051 „ „	= 9,25 „	= 0,025040 „	= 3,11 %	
	27. „	0,8000 „ „	= 9,25 „	= 0,025040 „	= 3,13 %	3,12 %
		0,8063 „ „	= 9,30 „	= 0,025175 „	= 3,11 %	
	28. „	0,8000 „ „	= 9,30 „	= 0,025175 „	= 3,15 %	3,15 %
		0,7902 „ „	= 9,20 „	= 0,024904 „	= 3,15 %	
	29. „	0,8029 „ „	= 9,30 „	= 0,025175 „	= 3,14 %	3,14 %
		0,7963 „ „	= 9,20 „	= 0,024904 „	= 3,13 %	
	30. „	0,8024 „ „	= 9,40 „	= 0,025446 „	= 3,17 %	3,18 %
		0,8216 „ „	= 9,65 „	= 0,026123 „	= 3,18 %	
	1. Dec.	0,8032 „ „	= 9,55 „	= 0,025852 „	= 3,22 %	3,20 %
		0,8035 „ „	= 9,45 „	= 0,025581 „	= 3,18 %	
	2. „	0,7997 „ „	= 8,85 „	= 0,023957 „	= 3,00 %	3,01 %
		0,8120 „ „	= 9,05 „	= 0,024498 „	= 3,02 %	
	3. „	0,7963 „ „	= 9,20 „	= 0,024904 „	= 3,13 %	3,17 %
		0,8085 „ „	= 9,55 „	= 0,025852 „	= 3,20 %	
	4. „	0,8023 „ „	= 9,40 „	= 0,025446 „	= 3,17 %	3,18 %
		0,7998 „ „	= 9,40 „	= 0,025446 „	= 3,18 %	
Gans II.	23. Nov.	0,7994 „ „	= 9,50 „	= 0,025717 „	= 3,22 %	3,23 %
		0,7763 „ „	= 9,30 „	= 0,025175 „	= 3,24 %	
	24. „	0,8012 „ „	= 5,20 „	= 0,014076 „	= 1,76 %	1,77 %
		0,8225 „ „	= 5,40 „	= 0,014618 „	= 1,78 %	

1) 1 ccm Natronlauge = 0,002707 g N.

Digitized by Google

Gans II.	25. Nov.	0,8057 g	lfttr.	Subst.	= 4,75 ccm NaOH	= 0,012858 g N	= 1,60 %	1,62 %
		0,8000	„	„	= 4,85 „	= 0,013129	„ = 1,64 %	
	26. „	0,7995	„	„	= 4,60 „	= 0,012452	„ = 1,56 %	1,56 %
		0,8147	„	„	= 4,70 „	= 0,012723	„ = 1,56 %	
	27. „	0,8020	„	„	= 4,55 „	= 0,012317	„ = 1,54 %	1,54 %
		0,8095	„	„	= 4,60 „	= 0,012452	„ = 1,54 %	
	28. „	0,8021	„	„	= 4,60 „	= 0,012452	„ = 1,55 %	1,53 %
		0,7972	„	„	= 4,45 „	= 0,012046	„ = 1,51 %	
	29. „	0,8014	„	„	= 4,50 „	= 0,012182	„ = 1,52 %	1,53 %
		0,8041	„	„	= 4,55 „	= 0,012317	„ = 1,53 %	
	30. „	0,8013	„	„	= 4,90 „	= 0,013264	„ = 1,66 %	1,61 %
		0,8028	„	„	= 4,65 „	= 0,012588	„ = 1,57 %	
		0,8029	„	„	= 4,75 „	= 0,012858	„ = 1,60 %	
	1. Dec.	0,8023	„	„	= 4,65 „	= 0,012588	„ = 1,57 %	1,58 %
		0,8034	„	„	= 4,70 „	= 0,012723	„ = 1,58 %	
	2. „	0,8000	„	„	= 4,85 „	= 0,013129	„ = 1,64 %	1,60 %
		0,8181	„	„	= 4,70 „	= 0,012723	„ = 1,56 %	
		0,7990	„	„	= 4,70 „	= 0,012723	„ = 1,59 %	
	3. „	0,8008	„	„	= 4,70 „	= 0,012723	„ = 1,59 %	1,55 %
		0,8000	„	„	= 4,45 „	= 0,012046	„ = 1,51 %	
	4. „	0,8000	„	„	= 4,70 „	= 0,012723	„ = 1,59 %	1,57 %
		0,7913	„	„	= 4,50 „	= 0,012182	„ = 1,54 %	

Periode III. (1 ccm Natronlauge = 0,0027208 g N.)

Gans I.	5. Dec.	0,8034 g	lfttr.	Subst.	= 4,95 ccm NaOH	= 0,013468 g N	= 1,68 %	1,68 %
		0,8242	„	„	= 5,05 „	= 0,013740	„ = 1,67 %	
	6. „	0,8053	„	„	= 4,60 „	= 0,012516	„ = 1,55 %	1,55 %
		0,8415	„	„	= 4,80 „	= 0,013060	„ = 1,55 %	
	7. „	0,8327	„	„	= 4,60 „	= 0,012516	„ = 1,50 %	1,51 %
		0,8007	„	„	= 4,45 „	= 0,012108	„ = 1,51 %	
	8. „	0,8065	„	„	= 4,60 „	= 0,012516	„ = 1,55 %	1,54 %
		0,8063	„	„	= 4,50 „	= 0,012244	„ = 1,52 %	
	9. „	0,8001	„	„	= 4,55 „	= 0,012379	„ = 1,55 %	1,53 %
		0,8270	„	„	= 4,60 „	= 0,012516	„ = 1,51 %	
	10. „	0,8037	„	„	= 4,40 „	= 0,011972	„ = 1,49 %	1,51 %
		0,8051	„	„	= 4,50 „	= 0,012244	„ = 1,52 %	
	11. „	0,8037	„	„	= 4,65 „	= 0,012652	„ = 1,57 %	1,60 %
		0,8058	„	„	= 4,80 „	= 0,013060	„ = 1,62 %	
	12. „	0,8001	„	„	= 4,70 „	= 0,012788	„ = 1,60 %	1,60 %
		0,8006	„	„	= 4,70 „	= 0,012788	„ = 1,60 %	
	13. „	0,8015	„	„	= 4,85 „	= 0,013196	„ = 1,65 %	1,64 %
		0,8037	„	„	= 4,80 „	= 0,013060	„ = 1,62 %	
	14. „	0,7983	„	„	= 4,95 „	= 0,013468	„ = 1,69 %	1,69 %
		0,8034	„	„	= 5,00 „	= 0,013604	„ = 1,69 %	
Gans II.	5. „	0,8013	„	„	= 8,80 „	= 0,023943	„ = 2,99 %	2,99 %
		0,8083	„	„	= 8,85 „	= 0,024079	„ = 2,98 %	

Digitized by Google

Gans II.	6. Dec.	0,8014 g lfttr. Subst.	= 9,00 ccm NaOH	= 0,024487 g N	= 3,06 %	3,05 %
		0,8003 „ „	= 8,90 „	= 0,024215 „	= 3,03 %	
	7. „	0,8017 „ „	= 9,00 „	= 0,024487 „	= 3,05 %	3,03 %
		0,8006 „ „	= 8,85 „	= 0,024079 „	= 3,01 %	
	8. „	0,8004 „ „	= 8,90 „	= 0,024215 „	= 3,03 %	3,01 %
		0,8004 „ „	= 8,80 „	= 0,023943 „	= 2,99 %	
	9. „	0,8008 „ „	= 8,65 „	= 0,023535 „	= 2,94 %	2,94 %
		0,7999 „ „	= 8,65 „	= 0,023535 „	= 2,94 %	
	10. „	0,8004 „ „	= 8,70 „	= 0,023671 „	= 2,96 %	2,99 %
		0,8091 „ „	= 8,95 „	= 0,024351 „	= 3,01 %	
	11. „	0,8017 „ „	= 8,90 „	= 0,024215 „	= 3,02 %	3,04 %
		0,8033 „ „	= 9,00 „	= 0,024487 „	= 3,05 %	
	12. „	0,8007 „ „	= 9,00 „	= 0,024487 „	= 3,06 %	3,05 %
		0,7987 „ „	= 8,90 „	= 0,024215 „	= 3,03 %	
	13. „	0,8007 „ „	= 8,90 „	= 0,024215 „	= 3,03 %	3,02 %
		0,7990 „ „	= 8,85 „	= 0,024079 „	= 3,01 %	
	14. „	0,8154 „ „	= 9,35 „	= 0,025439 „	= 3,12 %	3,13 %
		0,8162 „ „	= 9,40 „	= 0,025576 „	= 3,13 %	

Periode IV. (1 ccm Natronlauge = 0,0027208 g N.)

Gans I.	12. Jan.	0,8030 g lfttr. Subst.	= 8,30 ccm NaOH	= 0,022583 g N	= 2,81 %	2,81 %
		0,8020 „ „	= 8,25 „	= 0,022447 „	= 2,80 %	
	13. „	0,8007 „ „	= 8,20 „	= 0,022311 „	= 2,79 %	2,80 %
		0,8061 „ „	= 8,30 „	= 0,022583 „	= 2,80 %	
	14. „	0,8050 „ „	= 8,30 „	= 0,022583 „	= 2,81 %	2,81 %
		0,8020 „ „	= 8,25 „	= 0,022447 „	= 2,80 %	
	15. „	0,8023 „ „	= 8,60 „	= 0,023399 „	= 2,92 %	2,90 %
		0,8017 „ „	= 8,50 „	= 0,023127 „	= 2,88 %	
	16. „	0,8001 „ „	= 8,60 „	= 0,023399 „	= 2,92 %	2,89 %
		0,8000 „ „	= 8,40 „	= 0,022855 „	= 2,86 %	
	17. „	0,8023 „ „	= 8,65 „	= 0,023535 „	= 2,93 %	2,91 %
		0,8022 „ „	= 8,50 „	= 0,023127 „	= 2,88 %	
	18. „	0,8061 „ „	= 8,80 „	= 0,023943 „	= 2,97 %	2,97 %
		0,8016 „ „	= 8,75 „	= 0,023807 „	= 2,97 %	
	19. „	0,8007 „ „	= 8,65 „	= 0,023535 „	= 2,94 %	2,91 %
		0,8096 „ „	= 8,55 „	= 0,023263 „	= 2,87 %	
Gans II.	12. „	0,8003 „ „	= 8,20 „	= 0,022311 „	= 2,79 %	2,76 %
		0,8028 „ „	= 8,05 „	= 0,021902 „	= 2,73 %	
	13. „	0,8025 „ „	= 8,30 „	= 0,022583 „	= 2,81 %	2,80 %
		0,8007 „ „	= 8,20 „	= 0,022311 „	= 2,79 %	
	14. „	0,8017 „ „	= 7,80 „	= 0,021222 „	= 2,65 %	2,66 %
		0,8029 „ „	= 7,85 „	= 0,021358 „	= 2,66 %	
	15. „	0,7995 „ „	= 8,40 „	= 0,022855 „	= 2,86 %	2,88 %
		0,8001 „ „	= 8,50 „	= 0,023127 „	= 2,89 %	
	16. „	0,8021 „ „	= 8,40 „	= 0,022855 „	= 2,85 %	2,83 %
		0,8044 „ „	= 8,30 „	= 0,022583 „	= 2,81 %	

Digitized by Google

Tier	Datum	Substanz	NaOH	N	N %	Mittel
Gans II.	17. Jan.	0,8001 g lfttr. Subst.	= 8,50 ccm NaOH	= 0,023127 g	N = 2,89%	2,88%
		0,8027 „ „	= 8,45 „	= 0,022991	„ = 2,86%	
	18. „	0,8008 „ „	= 8,60 „	= 0,023399	„ = 2,92%	2,92%
		0,8141 „ „	= 8,70 „	= 0,023671	„ = 2,91%	
	19. „	0,8030 „ „	= 8,95 „	= 0,024351	„ = 3,03%	3,01%
		0,8002 „ „	= 8,80 „	= 0,023943	„ = 2,99%	

Periode V. (1 ccm Natronlauge = 0,00293885 g N.)

Tier	Datum	Substanz	NaOH	N	N %	Mittel
Gans I.	20. Jan.	0,8004 g lfttr. Subst.	= 7,45 ccm NaOH	= 0,021894 g	N = 2,74%	2,76%
		0,8015 „ „	= 7,55 „	= 0,022188	„ = 2,77%	
	21. „	0,8025 „ „	= 7,75 „	= 0,022776	„ = 2,84%	2,84%
		0,8037 „ „	= 7,75 „	= 0,022776	„ = 2,83%	
	22. „	0,8026 „ „	= 7,85 „	= 0,023070	„ = 2,87%	2,89%
		0,8098 „ „	= 8,00 „	= 0,023511	„ = 2,90%	
	23. „	0,8056 „ „	= 7,90 „	= 0,023217	„ = 2,88%	2,88%
		0,8779 „ „	= 8,00 „	= 0,023511	„ = 2,87%	
	24. „	0,8017 „ „	= 6,90 „	= 0,020278	„ = 2,53%	2,53%
		0,8000 „ „	= 6,90 „	= 0,020278	„ = 2,53%	
	25. „	0,8008 „ „	= 7,20 „	= 0,021160	„ = 2,64%	2,66%
		0,8037 „ „	= 7,30 „	= 0,021454	„ = 2,67%	
	26. „	0,8019 „ „	= 7,30 „	= 0,021454	„ = 2,68%	2,67%
		0,8112 „ „	= 7,35 „	= 0,021601	„ = 2,66%	
	27. „	0,7996 „ „	= 7,20 „	= 0,021160	„ = 2,65%	2,63%
		0,8022 „ „	= 7,10 „	= 0,020866	„ = 2,60%	
	28. „	0,8012 „ „	= 6,60 „	= 0,019396	„ = 2,42%	2,44%
		0,8020 „ „	= 6,70 „	= 0,019690	„ = 2,46%	
	29. „	0,8050 „ „	= 7,35 „	= 0,021601	„ = 2,68%	2,68%
		0,8034 „ „	= 7,30 „	= 0,021454	„ = 2,67%	
Gans II.	20. „	0,8024 „ „	= 6,95 „	= 0,020425	„ = 2,55%	2,54%
		0,8145 „ „	= 7,00 „	= 0,020572	„ = 2,53%	
	21. „	0,8050 „ „	= 7,05 „	= 0,020719	„ = 2,57%	2,59%
		0,8097 „ „	= 7,15 „	= 0,021013	„ = 2,60%	
	22. „	0,8029 „ „	= 6,80 „	= 0,019984	„ = 2,49%	2,49%
		0,8139 „ „	= 6,90 „	= 0,020278	„ = 2,49%	
	23. „	0,8045 „ „	= 6,90 „	= 0,020278	„ = 2,52%	2,51%
		0,8066 „ „	= 6,85 „	= 0,020131	„ = 2,50%	
	24. „	0,8058 „ „	= 7,10 „	= 0,020866	„ = 2,59%	2,60%
		0,8200 „ „	= 7,25 „	= 0,021307	„ = 2,60%	
	25. „	0,8004 „ „	= 7,40 „	= 0,021747	„ = 2,72%	2,72%
		0,8021 „ „	= 7,40 „	= 0,021747	„ = 2,71%	
	26. „	0,8059 „ „	= 6,75 „	= 0,019837	„ = 2,46%	2,45%
		0,8069 „ „	= 6,70 „	= 0,019690	„ = 2,44%	
	27. „	0,8027 „ „	= 7,25 „	= 0,021307	„ = 2,65%	2,65%
		0,8020 „ „	= 7,20 „	= 0,021160	„ = 2,64%	
	28. „	0,8045 „ „	= 7,15 „	= 0,021013	„ = 2,61%	2,61%
		0,7995 „ „	= 7,10 „	= 0,020866	„ = 2,61%	
	29. „	0,8031 „ „	= 7,55 „	= 0,022188	„ = 2,76%	2,76%
		0,8071 „ „	= 7,55 „	= 0,022188	„ = 2,75%	

Digitized by Google

Periode VI. (1 ccm Natronlauge = 0,00293885 g N.)

		lfttr. Subst.	Na OH	N	%	Mittel
Gans I.	30. Jan.	0,8026 g lfttr. Subst.	= 6,25 ccm Na OH	= 0,018368 g N	= 2,29 %	2,29 %
		0,8291 „ „	= 6,45 „	= 0,018956	„ = 2,29 %	
	31. „	0,8041 „ „	= 6,80 „	= 0,019984	„ = 2,48 %	2,49 %
		0,8022 „ „	= 6,80 „	= 0,019984	„ = 2,49 %	
	1. Fbr.	0,8016 „ „	= 6,70 „	= 0,019690	„ = 2,46 %	2,47 %
		0,8047 „ „	= 6,75 „	= 0,019837	„ = 2,47 %	
Gans II.	30. Jan.	0,8018 „ „	= 7,05 „	= 0,020719	„ = 2,58 %	2,60 %
		0,8006 „ „	= 7,10 „	= 0,020866	„ = 2,61 %	
	31. „	0,8004 „ „	= 6,75 „	= 0,019837	„ = 2,48 %	2,48 %
		0,8042 „ „	= 6,80 „	= 0,019984	„ = 2,48 %	
	1. Fbr.	0,8027 „ „	= 6,30 „	= 0,018515	„ = 2,31 %	2,30 %
		0,8046 „ „	= 6,25 „	= 0,018368	„ = 2,28 %	
	2. „	0,8037 „ „	= 7,00 „	= 0,020572	„ = 2,56 %	2,56 %
		0,8056 „ „	= 7,00 „	= 0,020572	„ = 2,55 %	
	3. „	0,8005 „ „	= 6,60 „	= 0,019396	„ = 2,42 %	2,43 %
		0,8114 „ „	= 6,75 „	= 0,019837	„ = 2,44 %	
	4. „	0,8022 „ „	= 6,60 „	= 0,019396	„ = 2,42 %	2,42 %
		0,8075 „ „	= 6,65 „	= 0,019543	„ = 2,42 %	
	5. „	0,8058 „ „	= 7,35 „	= 0,021601	„ = 2,68 %	2,71 %
		0,8080 „ „	= 7,50 „	= 0,022041	„ = 2,73 %	
	6. „	0,8036 „ „	= 7,65 „	= 0,022482	„ = 2,80 %	2,80 %
		0,8010 „ „	= 7,60 „	= 0,022335	„ = 2,79 %	
	7. „	0,8062 „ „	= 7,00 „	= 0,020572	„ = 2,55 %	2,57 %
		0,8062 „ „	= 7,10 „	= 0,020866	„ = 2,59 %	
	8. „	0,8055 „ „	= 6,80 „	= 0,019984	„ = 2,48 %	2,50 %
		0,8076 „ „	= 6,90 „	= 0,020278	„ = 2,51 %	
	9. „	0,8020 „ „	= 5,95 „	= 0,017486	„ = 2,18 %	2,20 %
		0,8120 „ „	= 6,10 „	= 0,017927	„ = 2,21 %	
	10. „	0,8016 „ „	= 11,20 „	= 0,032915	„ = 4,11 %	4,12 %
		0,8155 „ „	= 11,45 „	= 0,033650	„ = 4,13 %	

N-Bestimmung im Inhalt des Verdauungsapparates von Gans II.

lufttr. Subst.	Na OH	N	%	Mittel
0,8040 g lufttr. Subst.	= 4,45 ccm Na OH	= 0,013078 g N	= 1,63 %	1,66 %
0,8029 „ „	= 4,60 „	= 0,013519 „	= 1,68 %	

Milchschaf-Asparaginfütterung.

Periode I. Fütterung mit 3 Pfd. Wiesenheu + 250 g Stärke pro Tag.

1. Trockensubstanz- und Fettbestimmungen.

10 ccm frischer Milch ergaben:

	Trockensubstanz		Fett	
10. Aug.	1,7650 g Trockensubstanz	= 17,73 %	0,6230 g Fett	= 6,22 %
	1,7800 „		0,6215 „	
11. „	1,7480 „	= 17,57 %	0,6235 „	= 6,17 %
	1,7665 „		0,6110 „	
12. „	1,6900 „	= 16,99 %	0,5862 „	= 5,86 %
	1,7070 „		0,5850 „	

Digitized by Google

13. Aug.	1,7400 g Trockensubstanz 1,7440 „	= 17,42 %	0,5878 g Fett 0,5835 „	= 5,86 %
14. „	1,7810 „ 1,7780 „	= 17,80 %	0,5830 „ 0,5770 „	= 5,80 %
15. „	1,7980 „ 1,8150 „	= 18,07 %	0,6680 „ 0,6665 „	= 6,67 %

2. N-Bestimmungen. (1 ccm Natronlauge = 0,0034724 g N.)

10. Aug.	5 ccm frische Milch	= 13,40 ccm Na OH = 13,20 „	= 0,046183 g N	= 0,924 % N
11. „	5 „ „	= 13,60 „ = 13,60 „	= 0,047225 „	= 0,944 % „
12. „	5 „ „	= 13,50 „ = 13,20 „	= 0,046357 „	= 0,927 % „
13. „	5 „ „	= 14,00 „ = 14,00 „	= 0,048614 „	= 0,972 % „
14. „	5 „ „	= 13,65 „ = — „	= 0,047398 „	= 0,948 % „
15. „	5 „ „	= 14,30 „ = 14,10 „	= 0,049308 „	= 0,986 % „

Periode II. Fütterung mit 3 Pfd. Wiesenheu + 175 g Stärke und Zucker + 75 g Asparagin pro Tag.

1. Trockensubstanz- und Fettbestimmungen.

10 ccm frischer Milch ergaben:

24. Aug.	1,8498 g Trockensubstanz 1,8655 „	= 18,58 %	0,6065 g Fett 0,5935 „	= 6,00 %
25. „	1,7850 „ — „	= 17,85 %	0,6040 „ 0,6070 „	= 6,06 %
26. „	1,8640 „ 1,8580 „	= 18,61 %	0,6085 „ 0,6040 „	= 6,06 %
27. „	1,8845 „ 1,8870 „	= 18,86 %	0,6535 „ 0,6460 „	= 6,50 %
28. „	1,8720 „ 1,8780 „	= 18,75 %	0,6400 „ 0,6300 „	= 6,35 %
29. „	1,8460 „ 1,8660 „	= 18,56 %	0,6700 „ 0,6830 „	= 6,77 %

2. N-Bestimmungen. (1 ccm Natronlauge = 0,0034724 g N.)

24. Aug.	5 ccm frische Milch	= 15,05 ccm Na OH = 15,25 „	= 0,052607 g N	= 1,052 % N
25. „	5 „ „	= 14,90 „ = 15,10 „	= 0,052086 „	= 1,042 % „
26. „	5 „ „	= 15,50 „ = 15,30 „	= 0,053475 „	= 1,069 % „
27. „	5 „ „	= 15,70 „ = 16,00 „	= 0,055038 „	= 1,101 % „

Digitized by Google

28. Aug.	5 ccm frische Milch	= 15,60 ccm NaOH = 15,90 „	= 0,054690 g N	= 1,094 % N
29. „	5 „ „	= 15,20 „ = 15,10 „	= 0,052607 „	= 1,052 % „

Periode III. Fütterung mit 3 Pfd. Wiesenheu + 250 g Stärke pro Tag.

Trockensubstanzbestimmungen.

10 ccm frischer Milch ergaben:

9. Sept.	2,1447 g Trockensubstanz 2,1438 „	= 21,44 %
10. „	2,0308 „ 2,0165 „	= 20,23 %
11. „	1,9702 „ 1,9787 „	= 19,74 %
12. „	2,0588 „ 2,0708 „	= 20,65 %

Periode IV. Fütterung mit 3 Pfd. Wiesenheu + 340 g Bohnen pro Tag.

Trockensubstanzbestimmungen.

10 ccm frischer Milch ergaben:

23. Sept.	1,9782 g Trockensubstanz 1,9777 „	= 19,78 %
24. „	2,3568 „ 2,4020 „	= 23,79 %
25. „	2,4768 „ 2,4790 „	= 24,78 %
26. „	2,4952 „ 2,4775 „	= 24,86 %

Milchziege-Asparaginfütterung I.

Periode I. Fütterung mit 2 Pfd. Wiesenheu + 400 g Roggenkleie + 6 g Kochsalz pro Tag.

Trockensubstanz- und Fettbestimmungen.

10 ccm frischer Milch ergaben:

20. Oct.	1,2105 g Trockensubstanz 1,2122 „	= 12,11 %	0,3950 g Fett 0,3855 „	= 3,90 %
21. „	1,1625 „ 1,1765 „	= 11,70 %	0,3590 „ 0,3590 „	= 3,59 %
22. „	1,1982 „ 1,2134 „	= 12,06 %	0,4060 „ 0,4080 „	= 4,07 %
23. „	1,1300 „ 1,1260 „	= 11,28 %	0,3840 „ 0,3820 „	= 3,83 %
24. „	1,2160 „ 1,2130 „	= 12,15 %	0,4010 „ 0,3990 „	= 4,00 %
25. „	1,2035 „ 1,1995 „	= 12,02 %	0,4010 „ 0,4040 „	= 4,03 %

Digitized by Google

Periode II. **Fütterung mit 2 Pfd. Wiesenheu, 49,76g Asparagin, 17g Oel, 231g Stärke und Zucker, 6g Kochsalz pro Tag.**

Trockensubstanz- und Fettbestimmungen. 10 ccm frischer Milch ergaben:

Datum	Trockensubstanz		Mittel	Fett		Mittel
3. Nov.	1,2170g	Trockensubstanz	= 12,16 %	0,3950g	Fett	= 3,94 %
	1,2155	„		0,3920	„	
4. „	1,2755	„	= 12,75 %	0,4405	„	= 4,37 %
	1,2753	„		0,4335	„	
5. „	1,2085	„	= 12,12 %	0,3615	„	= 3,62 %
	1,2160	„		0,3615	„	
6. „	1,2313	„	= 12,29 %	0,3945	„	= 3,96 %
	1,2275	„		0,3980	„	
7. „	1,1970	„	= 11,99 %	0,3800	„	= 3,77 %
	1,2000	„		0,3745	„	
8. „	1,2156	„	= 12,13 %	0,3590	„	= 3,60 %
	1,2111	„		0,3610	„	

Periode III. **Fütterung mit 2 Pfd. Wiesenheu + 400g Roggenkleie + 6g Kochsalz pro Tag.**

Trockensubstanz- und Fettbestimmungen. 10 ccm frischer Milch ergaben:

Datum	Trockensubstanz		Mittel	Fett		Mittel
17. Nov.	1,3320g	Trockensubstanz	= 13,30 %	0,4260g	Fett	= 4,30 %
	1,3277	„		0,4335	„	
18. „	1,3050	„	= 13,05 %	0,4370	„	= 4,30 %
	1,3050	„		0,4225	„	
19. „	1,2937	„	= 12,94 %	0,4210	„	= 4,23 %
	—	„		0,4255	„	
20. „	1,2895	„	= 12,97 %	0,4255	„	= 4,33 %
	1,3050	„		0,4400	„	
21. „	1,2765	„	= 12,81 %	0,4235	„	= 4,24 %
	1,2845	„		—	„	
22. „	1,2625	„	= 12,62 %	0,4210	„	= 4,24 %
	1,2615	„		0,4260	„	

Milchziege-Asparaginfütterung II.

Periode I. **Fütterung mit 2 Pfd. Wiesenheu + 400g Roggenkleie pro Tag.**

Trockensubstanzbestimmungen. 10 ccm frischer Milch ergaben:

Datum	Trockensubstanz		Mittel
21. April	1,2283g	Trockensubstanz	= 12,26 %
	1,2240	„	
	1,2285	„	
22. „	1,2525	„	= 12,53 %
	1,2500	„	
	1,2585	„	
23. „	1,2875	„	= 12,86 %
	1,2900	„	
	1,2820	„	
24. „	1,2610	„	= 12,61 %
	1,2655	„	
	1,2573	„	

Digitized by Google

Periode II. **Fütterung mit 2 Pfd. Wiesenheu, 200g Stärke, 31g Zucker, 17g Oel, 56g Asparagin pro Tag.**

1. Trockensubstanzbestimmungen.

10ccm frischer Milch ergaben:

Datum	Trockensubstanz		Mittel
25. April	1,2405g	Trockensubstanz	= 12,44%
	1,2480	„	
	—	„	
26. „	1,2120	„	= 12,14%
	1,2122	„	
	1,2200	„	
27. „	1,2288	„	= 12,29%
	1,2305	„	
	1,2300	„	
28. „	1,2072	„	= 12,10%
	1,2103	„	
	1,2138	„	
29. „	1,2255	„	= 12,21%
	1,2203	„	
	1,2190	„	
30. „	1,2442	„	= 12,46%
	1,2525	„	
	1,2425	„	
1. Mai	1,2715	„	= 12,62%
	1,2595	„	
	1,2552	„	
2. „	1,2183	„	= 12,10%
	1,2228	„	
	1,1905	„	
3. „	1,2015	„	= 12,09%
	1,2138	„	
	1,2125	„	
4. „	1,2062	„	= 12,14%
	1,2195	„	
	1,2183	„	
5. „	1,2030	„	= 11,98%
	1,2003	„	
	1,1920	„	
6. „	1,1415	„	= 11,43%
	1,1350	„	
	1,1528	„	
7. „	1,1165	„	= 11,21%
	1,1255	„	
8. „	1,2140	„	= 12,14%
	1,2137	„	

Digitized by Google

2. Fettbestimmungen.

10 ccm frischer Milch ergaben:

1. Mai	0,3865 g Fett	0,3930 „	= 3,90 %
2. „	0,3500 „	0,3580 „	= 3,54 %
3. Mai	0,3495 g Fett	0,3607 „	= 3,56 %
4. „	0,3787 „	0,3785 „	= 3,79 %

3. N-Bestimmungen. (1 ccm Natronlauge = 0,00293885 g N.)

3 ccm frischer Milch entsprachen:

1. Mai	4,50 ccm NaOH 4,60 „	= 0,013372 g N	= 0,45 %
2. „	5,10 „ 5,20 „	= 0,015135 „	= 0,51 %
3. „	4,60 „ 4,90 „	= 0,013960 „	= 0,47 %
4. „	4,90 „ 4,80 „	= 0,014253 „	= 0,48 %

Periode III. Fütterung mit 2 Pfd. Wiesenheu + 400 g Kleie.

1. Trockensubstanzbestimmungen.

10 ccm frischer Milch ergaben:

9. Mai	1,1427 g Trockensubstanz 1,1485 „	= 11,45 %
10. „	1,1850 „ 1,1805 „	= 11,83 %
11. „	1,1130 „ 1,1063 „	= 11,09 %
12. „	1,1600 „ 1,1438 „	= 11,52 %
13. „	1,2000 „ 1,2005 „	= 12,00 %
14. „	1,1530 „ 1,1430 „	= 11,48 %
15. „	1,2080 „ 1,2135 „	= 12,11 %
16. „	1,0505 „ 1,0635 „	= 10,57 %
17. „	1,1770 „ 1,1818 „	= 11,79 %
18. „	1,0965 „ 1,0925 „ 1,0840 „	= 10,91 %
19. „	1,1630 „ 1,1635 „ 1,1610 „	= 11,62 %

Digitized by Google

20. Mai	1,1262 g Trockensubstanz	= 11,32 %
	1,1435 „	
	1,1280 „	
21. „	1,1870 „	= 11,82 %
	1,1745 „	
	1,1855 „	
22. „	1,1055 „	= 11,05 %
	1,1050 „	
23. „	1,1725 „	= 11,71 %
	1,1702 „	
24. „	1,1903 „	= 11,94 %
	1,1982 „	
25. „	1,1220 „	= 11,26 %
	1,1305 „	
26. „	1,2205 „	= 12,26 %
	1,2330 „	

2. Fettbestimmungen.

10 ccm frischer Milch ergaben:

18. Mai	0,3145 g Fett	= 3,10 %	20. Mai	0,3305 g Fett	= 3,29 %
	0,3055 „			0,3270 „	
19. „	0,3716 „	= 3,71 %	21. „	0,3137 „	= 3,15 %
	0,3710 „			0,3165 „	

3. N-Bestimmungen. (1 ccm Natronlauge = 0,002547 g N.)

3 ccm frischer Milch entsprachen:

18. Mai	5,30 ccm NaOH	= 0,013630 g N	= 0,46 %
	5,40 „		
19. „	5,30 „	= 0,013750 „	= 0,46 %
	5,50 „		
20. „	5,20 „	= 0,013499 „	= 0,45 %
	5,40 „		
21. „	5,50 „	= 0,014135 „	= 0,48 %
	5,60 „		

Periode IV. Fütterung mit 2 Pfd. Wiesenheu, 200 g Stärke, 31 g Zucker, 17 g Oel.

1. Trockensubstanzbestimmungen.

10 ccm frischer Milch ergaben:

27. Mai	1,1000 g Trockensubstanz	= 11,01 %
	1,1031 „	
28. „	1,1267 „	= 11,28 %
	1,1295 „	
29. „	1,1660 „	= 11,66 %
	1,1668 „	

Digitized by Google

Datum	Trockensubstanz	
30. Mai	1,1308 g Trockensubstanz	= 11,36 %
	1,1420 „	
31. „	1,0940 „	= 10,92 %
	1,0905 „	
1. Juni	1,1865 „	= 11,89 %
	1,1925 „	
2. „	1,2151 „	= 12,14 %
	1,2135 „	
3. „	1,1085 „	= 11,05 %
	1,1010 „	
4. „	1,1230 „	= 11,22 %
	1,1200 „	
5. „	1,0290 „	= 10,32 %
	1,0360 „	
	1,0325 „	
6. „	1,1530 „	= 11,56 %
	1,1615 „	
	1,1535 „	
7. „	1,1435 „	= 11,42 %
	1,1470 „	
	1,1390 „	
8. „	1,1470 „	= 11,51 %
	1,1550 „	
	1,1520 „	
9. „	1,2120 „	= 12,08 %
	1,2127 „	
	1,2005 „	

2. Fettbestimmungen.

10 ccm frischer Milch ergaben:

Datum	Fett	
5. Juni	0,2955 g Fett	= 2,97 %
	0,2985 „	
6. „	0,3220 „	= 3,17 %
	0,3140 „	
7. Juni	0,3280 g Fett	= 3,30 %
	0,3310 „	
8. „	0,3445 „	= 3,37 %
	0,3290 „	

3. N-Bestimmungen. (1 ccm Natronlauge = 0,002547 g N.)

3 ccm frischer Milch entsprachen:

Datum	NaOH	N	
5. Juni	5,00 ccm NaOH	= 0,013117 g N	= 0,43 %
	5,30 „		
6. „	5,50 „	= 0,014008 „	= 0,47 %
	5,50 „		
7. „	5,50 „	= 0,014008 „	= 0,47 %
	5,50 „		
8. „	5,60 „	= 0,014263 „	= 0,48 %
	5,60 „		

Digitized by Google

Periode V. Fütterung mit 2 Pfd. Wiesenheu + 400 g Kleie pro Tag.

1. Trockensubstanzbestimmungen.

10 ccm frischer Milch ergaben:

Datum	Trockensubstanz		
10. Juni	1,1757 g	Trockensubstanz	= 11,66 %
	1,1555	„	
11. „	1,1575	„	= 11,57 %
	1,1550	„	
12. „	1,1235	„	= 11,22 %
	1,1200	„	
13. „	1,1445	„	= 11,46 %
	1,1480	„	
14. „	1,1295	„	= 11,27 %
	1,1125	„	
15. „	1,1160	„	= 11,08 %
	1,1025	„	
16. „	1,1588	„	= 11,61 %
	1,1630	„	
17. „	1,1405	„	= 11,47 %
	1,1535	„	
18. „	1,1580	„	= 11,53 %
	1,1480	„	
19. „	1,1783	„	= 11,78 %
	1,1770	„	
20. „	1,1632	„	= 11,63 %
	1,1622	„	
21. „	1,1208	„	= 11,20 %
	1,1201	„	
22. „	1,1890	„	= 11,87 %
	1,1840	„	
23. „	1,1795	„	= 11,78 %
	1,1766	„	

2. Fettbestimmungen.

10 ccm frischer Milch ergaben:

Datum	Fett			Datum	Fett		
18. Juni	0,3102 g	Fett	= 3,06 %	20. Juni	0,3126 g	Fett	= 3,14 %
	0,3008	„			0,3147	„	
19. „	0,3249	„	= 3,23 %	21. „	0,2793	„	= 2,80 %
	0,3212	„			0,2807	„	

3. N-Bestimmungen. (1 ccm Natronlauge = 0,0036 g N.)

4 ccm frischer Milch entsprachen:

Datum	NaOH			
18. Juni[1]	4,10 ccm	NaOH	= 0,01476 g N	= 0,49 %
	4,10	„		
19. „	5,45	„	= 0,01962 „	= 0,49 %
	5,45	„		

1) An diesem Tage wurden zur N-Bestimmung nur 3 ccm frischer Milch verwendet.

20. Juni	5,45 ccm NaOH 5,45 „	= 0,01962 g N = 0,49 %
21. „	5,40 „ 5,40 „	= 0,01944 „ = 0,49 %

Periode VI. **Fütterung mit 2 Pfd. Wiesenheu pro Tag.**

1. Trockensubstanzbestimmungen.

10 ccm frischer Milch ergaben:

24. Juni	1,2013 g Trockensubstanz 1,1985 „	= 12,00 %
25. „	1,1813 „ 1,1811 „	= 11,81 %
26. „	1,1767 „ 1,1809 „	= 11,79 %
27. „	1,1752 „ 1,1781 „	= 11,77 %
28. „	1,1616 „ 1,1682 „	= 11,65 %
29. „	1,1736 „ 1,1767 „	= 11,75 %
30. „	1,1749 „ 1,1794 „	= 11,77 %

Periode VII. **Fütterung mit 2 Pfd. Wiesenheu + 400 g Kleie pro Tag.**

1. Trockensubstanzbestimmungen.

10 ccm frischer Milch ergaben:

1. Juli	1,1433 g Trockensubstanz 1,1439 „	= 11,44 %
2. „	1,1471 „ 1,1493 „	= 11,48 %
3. „	1,1572 „ 1,1633 „	= 11,60 %
4. „	1,1533 „ 1,1570 „	= 11,55 %
5. „	1,1231 „ 1,1158 „	= 11,19 %
6. „	1,1267 „ 1,1220 „	= 11,24 %
7. „	1,1427 „ 1,1435 „	= 11,43 %
8. „	1,0575 „ 1,0608 „	= 10,59 %
9. „	1,1023 „ 1,1035 „	= 11,03 %
10. „	1,1120 „ 1,1178 „	= 11,15 %

Digitized by Google

11. Juli	1,0947 g Trockensubstanz		= 10,95 %
	—	„	
12. „	1,0817	„	= 10,81 %
	1,0807	„	
13. „	1,0526	„	= 10,54 %
	1,0560	„	
14. „	1,1307	„	= 11,33 %
	1,1350	„	

2. Fettbestimmungen.

10 ccm frischer Milch ergaben:

9. Juli	0,3003 g Fett	= 3,02 %		11. Juli	0,2814 g Fett	= 2,81 %
	0,3030 „				— „	
10. „	0,2957 „	= 2,97 %		12. „	0,2755 „	= 2,74 %
	0,2990 „				0,2726 „	

3. N-Bestimmungen. (1 ccm Natronlauge = 0,0036 g N.)

4 ccm frischer Milch entsprachen:

9. Juli	5,25 ccm NaOH		= 0,01890 g N	= 0,47 %
	5,25	„		
10. „	5,30	„	= 0,01926 „	= 0,48 %
	5,40	„		
11. „	5,30	„	= 0,01908 „	= 0,48 %
	5,30	„		
12. „	5,20	„	= 0,01872 „	= 0,47 %
	5,20	„		

Periode VIII. Fütterung mit 2 Pfd. Wiesenheu + 400 g Kleie pro Tag.

Trockensubstanzbestimmungen.

10 ccm frischer Milch ergaben:

15. Juli	1,1225 g Trockensubstanz		= 11,23 %
	1,1234	„	
16. „	1,1383	„	= 11,37 %
	1,1365	„	
17. „	1,1093	„	= 11,09 %
	1,1095	„	
18. „	1,1337	„	= 11,36 %
	1,1377	„	
19. „	1,0966	„	= 10,97 %
	1,0969	„	
20. „	1,1064	„	= 11,05 %
	1,1037	„	
21. „	1,0688	„	= 10,69 %
	—	„	
22. „	1,0897	„	= 10,88 %
	1,0853	„	
23. „	1,0334	„	= 10,33 %
	1,0328	„	

Digitized by Google

Ueber die Zusammensetzung der Frauenmilch.

Von

M. A. Mendes de Leon.

(Aus dem hygienischen Laboratorium der Universität Amsterdam.)

Die Kenntniss der Zusammensetzung der Frauenmilch ist für die Beurtheilung der Ernährung des Säuglings und namentlich des Werthes und der Bedeutung von Surrogaten derselben von dem grössten Gewichte. In allen Fällen, in welchen aus verschiedenen Gründen die Säuglinge keine Muttermilch erhalten können, kommt es zunächst darauf an, denselben die ihnen nöthigen Nährstoffe in derjenigen Menge und Mischung zu verschaffen, in welcher sie in der natürlichen und erfahrungsgemäss zweckmässigsten Nahrung des Kindes, der Frauenmilch, enthalten sind.

Mit Rücksicht auf den Ernährungszweck kommen hierbei einmal die Eigenschaften der in der Milch und in ihren Surrogaten enthaltenen chemischen Stoffe und sodann deren Mengeverhältnisse oder die procentische Zusammensetzung in Betracht.

In den nachfolgenden Zeilen sollen wesentlich nur die letzteren eine Berücksichtigung finden.

Ueber die quantitative Zusammensetzung der Frauenmilch sind schon seit langer Zeit so zahlreiche Untersuchungen ausgeführt worden, dass man bei einer oberflächlichen Betrachtung jede weitere Beschäftigung in dieser Richtung für überflüssig halten könnte.

So haben schon Haidlen, Clemm, Vernois und Becquerel, Simon u. A. in früherer Zeit, in jüngeren Tagen Tidy, Gerber, Christenn, Biel etc. zahlreiche quantitative Analysen ausgeführt.

Vergleicht man die Resultate mit einander, welche die verschiedenen Untersucher erhalten haben, so sieht man bekanntlich, dass die für einzelne Milchbestandtheile gefundenen Zahlen meist nicht unerhebliche Differenzen von einander zeigen.

Digitized by Google

Während z. B. Vernois und Becquerel[1]) als mittleren Fettgehalt aus 89 Analysen 2,67 % finden, gibt Tidy[2]) nach 14 Analysen die Zahl von 4,02 % an. Auch die Angaben über den Gehalt an Wasser, Eiweiss, Zucker und Salzen bieten bei den gleichen, wie bei verschiedenen Beobachtern mannigfache Schwankungen — wenn auch nicht so grosse wie beim Fette — dar.

Es fragt sich nun, was die Ursache davon sein kann. Bekanntlich glaubt man die quantitative Zusammensetzung der Frauenmilch abhängig von einer Anzahl wechselnder Einflüsse, welche die verschiedenartigen Analysenwerthe erklären sollen — Einflüsse, die man als theils auf inneren, theils auf äusseren Ursachen beruhend erachten kann.

So meinen die Einen, dass die differenten Angaben über den Fettgehalt der Frauenmilch grossentheils den mangelhaften Untersuchungsmethoden zugeschrieben werden müssen, welche von einzelnen Forschern gebraucht wurden.

Schukowsky[3]), welcher in der Milch von gesunden Frauen selten weniger als 3 % Fett fand, ist der Meinung, dass Brunner[4]), der in 18 Analysen der Frauenmilch einen mittleren Fettwerth von 1,73 % erhielt, bei seinen Analysen aus der mit Gyps oder Marmor eingetrockneten Milch nicht alles Fett mit Aether ausziehen konnte, und dass deshalb seine Zahlen zu niedrig werden mussten.

Für den Caseïngehalt, der von verschiedenen Autoren von 0,6—3,0 % gefunden wird, sucht Nencki[5]) die Ursache ebenfalls in Fehlern der Untersuchungsmethoden, und auch Makris[6]), der Schwankungen in der Menge der Eiweissstoffe von 3—5 ½ % findet, weist auf die Wichtigkeit der Bestimmungsmethode hin. Marchand[7])

---

1) Ann. d'Hygiène Publ., Avril 1857.

2) Clinical lectures and reports of the London hospital Vol. IV (1867) p. 77 (citirt nach Gorup-Besanez, Lehrb. d. Chemie S. 420).

3) Ber. d. deutschen chem. Gesellsch. Bd. 5 S. 76 u. Ztschr. f. Biologie Bd. 9 (1878) S. 32.

4) Pflüger's Arch. f. Physiologie Bd. 7 (1873) S. 421.

5) Ber. d. deutschen chem. Gesellsch. Bd. 8 S. 1046.

6) Studien über die Eiweisskörper der Frauen- und Kuhmilch. Inaug.-Diss. Strassburg (citirt nach Maly, Jahresber. d. Thierchemie Bd. 7 S. 171).

7) Répertoire de Pharmacie T. VI p. 538.

Digitized by Google

findet als mittlere Zusammensetzung der Frauenmilch folgende Zahlen:

Butter	3,679
Milchzucker	7,11
Eiweisskörper . . .	1,705
Salze	0,204
Wasser	87,302

Grössere Abweichungen seiner Zahlen des Milchzuckergehaltes von den Werthen, welche Andere angeben, führt er, abgesehen von chemischen Veränderungen in der Milch selbst nach der Gewinnung, ebenfalls auf eine unrichtige Untersuchungsmethode zurück.

Die für die Eiweissstoffe gefundenen Mengedifferenzen lassen sich wohl zum Theil aus dem Gebrauche mangelhafter oder ungenügender Untersuchungsmethoden erklären[1]). Allein man kann sich nur schwer vorstellen, dass die Anwendung der verschiedenen Arten der Fettbestimmung für die Frauenmilch so bedeutende Unterschiede hervorrufen solle, als sie bei verschiedenen Autoren thatsächlich zur Beobachtung gelangen.

In der That finden denn auch Löwit[2]) sowohl als namentlich Christenn[3]) bei der Ausführung vergleichender Untersuchungen mit Hilfe der Methoden von Haidlen, Hoppe-Seyler, Tolmatscheff und Brunner in dem Fettgehalte einer und derselben Milch verhältnissmässig geringe Differenzen, welche nach zahlreichen Erfahrungen von Prof. Forster bei aufmerksamer Ausführung meist nur wenige zehntel Procente betragen.

Andere Autoren suchen die verschiedenen Analysenresultate dahin zu deuten, dass die Zusammensetzung der Frauenmilch, ganz abgesehen von der Periode der Secretion von Colostrum, wechsele mit der Lactationsperiode. So erklärte noch vor kurzem beispielsweise Löwit[4]) die hohen Fettzahlen von Schukowsky[5]), welcher bei zwei Frauen 6 und 7 Tage nach der Entbindung in der Milch der einen 3,24 und in der Milch der anderen 3,85 ge-

1) Vgl. auch: Stenberg, Nordiskt medic. Arkiv Bd. 9 (1877).

2) Pflüger's Arch. f. Physiologie Bd. 9 (1874) S. 65.

3) Vgl. Untersuchungen über die Methoden der Analyse der Milch etc. Inaug.-Diss. Erlangen (citirt nach Maly, Jahresber. d. Thierchemie Bd. 7 S. 171).

4) a. a. O. 5) a. a. O.

Digitized by Google

funden hatte, durch die Annahme, dass im Beginne der Lactation eine fettreichere Milch geliefert würde als in den darauf folgenden Zeiten.

Auch Brunner[1]) glaubt, dass die schwankenden Fettwerthe bei seinen Untersuchungen der Frauenmilch zum Theil auf die Zeit der Lactation zurückzuführen seien.

Aus der von ihm mitgetheilten Tabelle scheint in der That hervorzugehen, dass die Milch mit der Dauer der Lactation ärmer an Fett und Eiweiss wird, während der Gehalt an anderen Bestandtheilen unverändert bleibt.

Nach Vernois und Becquerel[2]) stehen die Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung der Frauenmilch in Verband mit dem Alter, mit der Constitution, ja selbst mit der Haar- und Hautfarbe der milchproducirenden Frauen.

Sie glaubten zeigen zu können, dass nach dem 20. Lebensjahre eine wasserreichere und fettärmere Milch geliefert werde, ferner dass die Milch von schwachen Frauen mehr feste Stoffe enthalte als die von Müttern mit robustem Körperbau und endlich, im Gegensatz zu den Erfahrungen von l'Heritier[3]), dass in der Milch von Blondinen weniger feste Bestandtheile enthalten seien als in der von Brünetten.

Holländischen Milchbauern scheinen Einflüsse dieser Art auf die Kuhmilch nicht unbekannt zu sein. Wenn dieselben nämlich die Milch nicht zur Butter- und Käsebereitung, sondern zum unmittelbaren Verkauf in die Städte benützen, halten sie mit Vorliebe, so erzählt man sich, ältere Kühe, da letztere zwar eine dünnere Milch, aber grössere Quantitäten derselben liefern sollen als jüngere Thiere.

Es scheint ferner zweifellos, dass die Ernährung einen Einfluss auf den Gehalt der Frauenmilch an festen Stoffen ausübt. So findet man bekanntlich bei Thieren, dass ein wassereiches Futter zu einer Vermehrung des Wassergehaltes der Milch führt und umgekehrt.

---

1) a. a. O. 2) a. a. O.
3) Aus Gorup-Besanez, Lehrb. d. physiol. Chemie S. 428.

Digitized by Google

Ohne auf die Arbeiten von Stohmann u. A.[1]) über diese Frage bei den Hausthieren einzugehen, beschränke ich mich auf folgende Angabe:

In Amsterdam und in dessen Umgegend wird, nach den Untersuchungen von Prof. Forster[2]), im Winter bei Stallfütterung eine Milch, die im Mittel 11,6 % feste Bestandtheile mit einem Maximum von 12,5 %, und im Sommer bei Weidefütterung eine Milch geliefert, die im Mittel 10,6 %, im Maximum 11,2 % feste Bestandtheile enthält.

Die Unterschiede in der Zusammensetzung der Thiermilch, welche auf wechselnde Ernährungszustände zurückgeführt werden, scheinen übrigens nicht sehr belangreich zu sein, und man kann im Allgemeinen sagen, dass die Fütterungsweise mehr die Quantität der Milch und ihrer Bestandtheile als deren Mischungsverhältnisse beherrscht.

Bei der Frauenmilch wird die Wirkung der Ernährungsweise jedoch für bedeutender gehalten.

Nach F. Simon[3]), dessen Untersuchungen später durch andere Autoren[4]) anscheinend bestätigt und erweitert werden konnten, steht insbesondere der Fettgehalt der Milch in bestimmter Relation zu einer guten oder schlechten Nahrungszufuhr. Die von Simon angegebenen Zahlen scheinen deutlich zu beweisen, dass Mütter beim Gebrauch einer spärlichen Nahrung eine fettarme, bei reichlicher Ernährung eine fettreiche Milch produciren, während der Gehalt der gleichen Milch an Caseïn und Zucker hierbei keine besonderen Schwankungen erleidet.

Endlich glaubte Sourdat[5]), dass die quantitative Zusammensetzung der Frauenmilch, und zwar vorzüglich die Fettmenge in derselben, wechsele mit der Lage der Brustdrüse. Er fand wenig-

1) Vgl. hierüber: Heidenhain, Physiol. d. Absonderungsvorgänge, und Voit, Physiol. d. Stoffwechsels u. d. Ernährung. Leipzig 1881.

2) Verslag van de werkzaamheden der gezondheids-commissie te Amsterdam over het jaar 1880. Gemeenteblad van Amsterdam 1880.

3) Handb. d. angew. Medic. Chemie Bd. 2 (1842) S. 286.

4) Insbesondere durch Decaisne (Compt. rend. 1873 p. 119).

5) Sourdat, Compt. rend. T. LXXI (1870) p. 87.

Digitized by Google

stens bei einer Frau, dass die der rechten Brustdrüse entnommene Milch 1,5—9 mal reicher an Fett war als die der linken. Brunner, der Sourdat's Untersuchungen wiederholte, bekam ebenfalls Unterschiede in der Milch aus der rechten und linken Milchdrüse, hält jedoch seine Beobachtungen nicht für zahlreich genug für die Annahme, dass die Erscheinung eine constante sei und nicht auf unbekannten zufälligen Verhältnissen beruhe.

Sollte der Fund Sourdat's richtig sein, so träte natürlich ebenfalls die Frage auf, ob nicht ein grosser Theil der differenten Resultate der zahlreichen Milchuntersuchungen auf die Ausseracht-lassung dieses Umstandes sich gründe.

Fassen wir das Vorhergesagte kurz zusammen, so kommen wir zu den folgenden Sätzen:

Es sind zahlreiche quantitative chemische Analysen der Frauenmilch ausgeführt worden, welche insbesondere mit Beziehung auf den Fettgehalt erhebliche Schwankungen zeigen.

Man nimmt im Allgemeinen an, dass diese Schwankungen von folgenden Umständen abhängen:

von den bei den Untersuchungen benützten Methoden;

von der Zeit nach der Entbindung oder der Lactationsperiode;

von dem Alter, der Constitution und dem Ernährungszustande der Frau;

von der Lage der Brustdrüse, aus der die Milch stammt.

Es fragt sich nun, ob die Beweise, welche für diese Annahmen angeführt werden, genügend sind.

Was die Methoden betrifft, so ist oben bereits ausgeführt worden, dass wenigstens die beobachteten Schwankungen in dem Fettgehalte kaum durch Untersuchungsfehler erklärt werden können.

Wir glauben aber im Stande zu sein zu zeigen, dass auch die Angaben über den Einfluss anderer Verhältnisse auf die Zusammensetzung der Frauenmilch einer Correctur bedürfen, da, wie es scheint, eine zwar nicht unbekannte, aber höchst wichtige Erscheinung als unbedeutsam meist völlig ausser Acht gelassen ist.

Es ist dies die insbesondere bei der Thiermilch beobachtete Thatsache, dass die letzte Portion Milch, welche bei dem Melken aus der Brustdrüse erhalten wird, sehr reich an Fett ist.

Digitized by Google

Dies ist bereits im Jahre 1790 durch Parmentier und Deyeux[1]) an der Milch von Eselinnen und später (1836) ebenso durch Péligot[2]) wahrgenommen worden.

Bei dem Gebrauche von Eselinnenmilch für Patienten und Kinder wurden und werden heute noch die milchliefernden Thiere von Haus zu Haus geführt und die Milch unmittelbar vor dem Gebrauche erst gemolken. Wenn nun etwa drei Patienten auf solche Weise Milch von der gleichen Eselin nach einander bekommen, so erhält der erste, nach Parmentier, eine dünne butterarme Flüssigkeit, während dem letzten eine dicke rahmartige Milch geliefert wird. Péligot fand die Beobachtungen von Parmentier bestätigt durch die chemische Analyse, indem er bei der Theilung der Eselinnenmilch in 3 Portionen aus der ersten Portion weniger Fett als aus der zweiten und aus dieser weniger als aus der dritten darstellen konnte.

Man erklärte diese Beobachtungen, wahrscheinlich seit Parmentier, indem man annahm, es finde in den Receptakeln der Milchdrüse, in denen sich die Milch ansammelt, bereits eine Rahmabscheidung statt.

Spätere Untersuchungen, die namentlich durch Hellriegel[3]), Boussingault[4]) und Commaille[5]) in ähnlicher Weise an der Kuhmilch ausgeführt wurden, ergaben für diese die gleichen Resultate.

Im Allgemeinen hat man jedoch auf diese Erscheinung wenig geachtet, da sie bei der Art und Weise der Gewinnung und Verwerthung der Kuhmilch von keiner besonderen Bedeutung sein dürfte. In hohem Grade auffallend ist es aber, dass bei den meisten Analysen der Frauenmilch kaum Rücksicht darauf genommen ist, dass das, was bei dem Secrete der Milchdrüse von der Kuh und der Eselin gesehen wurde, auch für das der Frau gelten und einen Einfluss auf das Resultat der Analysen üben könnte.

---

1) Traité sur le lait.
2) Ann. de Chimie et de Physique T. LXII p. 432.
3) Preuss. Ann. d. Landw. Bd. 33 (1859).
4) Ann. de Chimie et de Physique T. XX p. 132.
5) Journal de Pharmacie T. X p. 96 et 251.

Digitized by Google

In der That haben nun bereits Reiset[1]) und insbesondere Heynsius[2]) gefunden, dass auch bei der Frauenmilch die nach dem Säugen eines Kindes aus der Brustdrüse genommene Milch eine andere Zusammensetzung, speciell einen höheren Trocken- und Fettgehalt besitzt als eine vor dem Säugen gewonnene Milchprobe.

Allein die Differenzen, welche diese beiden Forscher gefunden haben, sind nicht sehr beträchtlich und schienen auch nicht ganz constant zu sein. Dies sowohl als namentlich die Meinung, dass eben nur der allererste und der allerletzte Antheil des Inhaltes der Milchdrüse eine von dem übrigen Inhalte verschiedene Zusammensetzung hätte, während die Hauptmasse des letzteren ein gleichmässiges Gemenge sei, scheint die Erklärung dafür abzugeben, dass die Angaben von Reiset und Heynsius beinahe in Vergessenheit geriethen.

Prof. Forster hat nun seit Jahren verschiedene Male — in Uebereinstimmung mit der soeben besprochenen Erscheinung, aber mit dem Unterschiede, dass dies constant der Fall war — wahrgenommen, dass die Milch, welche eben vor dem Anlegen eines Säuglings von einer prall gefüllten Brust abtropft, und derjenige Antheil, welcher nach einigem Säugen des Kindes, und nach der Entleerung der Drüse längs dem Munde des Säuglings abfliesst, schon für das blosse Auge einen merkbaren Unterschied darbieten.

Während die erste Flüssigkeit beinahe hell und wie serös erscheint, hat die letzte das Ansehen einer dicken rahmartigen Masse, und die während des Saugens zufällig abfliessende Milch eine Beschaffenheit, die sie bald dem ersten, bald dem letzten Antheile des Secretes ähnlich macht.

Daraus konnte man schliessen, dass ein Unterschied in der Zusammensetzung nicht bloss in einem kleinen Antheile der vor und nach dem Saugen eines Kindes gewonnenen Milch existire, sondern dass mit der zunehmenden Entleerung der Brustdrüse die Milch beständig in ihren Bestandtheilen wechsele. Ist dieses wirklich der Fall, dann können selbstverständlich aus der Untersuchung

1) Ann. de Chimie et de Physique 3e sér. T. XXV p. 82.

2) Ned. Lancet 3 ser., V. bl. 603.

Digitized by Google

einzelner willkürlich aufgefangener Milchproben Schlüsse auf die Zusammensetzung der Gesammtmilch für sich und unter wechselnden Einflüssen nicht gezogen werden.

Es wäre dann wohl möglich, dass ein grosser Theil der Widersprüche, die in den verschiedenen Analysen der Muttermilch sich ergeben, eine Lösung fände, während auf der anderen Seite erst neue, mit Berücksichtigung dieses Verhaltens angestellte Untersuchungen und Versuche die Frage entscheiden könnten, ob die Secretion der Milchbestandtheile von den oben genannten Einflüssen beherrscht wird.

In der folgenden Untersuchung [1]) nun habe ich getrachtet, auf analytischem Wege und durch Zahlen ein Urtheil über die eben erwähnten Fragen zu gewinnen.

Der Umstand, dass ich als Assistent an der Entbindungsanstalt von Amsterdam thätig war, gab mir die Gelegenheit, die Milch stets so zu gewinnen, wie es für die Untersuchung nöthig erschien.

Mit Rücksicht auf unseren Zweck musste natürlich vor der Gewinnung der Milch die Brustdrüse möglichst gefüllt sein. Demgemäss geschah die Entnahme des Secretes immer erst 6 Stunden nach dem Anlegen eines Kindes an die betreffende Brust. Bei einzelnen Frauen floss in dieser Zeit hie und da etwas von dem Drüseninhalte spontan ab. Dies wurde in einem reinen sog. „Warzenglase“, welches die Brustwarze umfasst und von säugenden Frauen hauptsächlich zum Schutz der Kleider angewendet wird, aufgefangen, so dass nichts verloren ging.

Die Brustdrüse, die sich in der angegebenen Zeit prall gefüllt hatte, wurde nun jedesmal in drei möglichst gleichen Theilen [2]) vollkommen geleert, und zwar durch langsames, gleichmässiges

1) Eine Mittheilung hiervon hat Prof. Forster veröffentlicht in den Ber. d. deutschen chem. Gesellsch. 1881 Heft 5 S. 591.

2) Um dies zu erreichen, hatte ich schon vorher mehrere gefüllte Brustdrüsen geleert und, nachdem ich mich überzeugt hatte, dass die Entleerung vollständig geschehen konnte, deren Inhalt bestimmt. Dieser betrug in der Regel zwischen 90 und 120 ^{ccm}. Ich sorgte so viel wie möglich dafür, dass jede Portion ungefähr den dritten Theil dieser Summe ausmachte.


Digitized by Google

und kräftiges Streichen mit dem Daumen von dem Drüsengrunde in der Richtung gegen die Warze. Jede Portion wurde in einem gewogenen und numerirten Fläschchen aufgefangen und gut verschlossen nach dem Laboratorium gebracht.

Die so gesammelte Flüssigkeit zeigte jedesmal einen schon für das Auge merkbaren Unterschied im Aussehen. Die erste Probe war stets durchscheinend und bläulich, die zweite weiss und undurchscheinend, die letzte endlich dick und gelblich gefärbt. Die Frauen, deren Milch für die Untersuchungen benützt wurde, waren von ungleichem Alter und in verschiedenen Lactationsperioden und lebten ausserhalb der Anstalt unter variirenden äusseren Verhältnissen.

Umstände verschiedener Art, so namentlich die zeitweilige Schliessung der Entbindungsanstalt, sind die Ursache, dass die Untersuchungen erst nach Verlauf eines längeren Zeitraumes zu Ende geführt werden konnten.

Was die Untersuchung der einzelnen Milchproben anlangt, so wurde dieselbe, nachdem deren Menge gewogen war, nach den sonst gebräuchlichen chemischen Methoden, die hie und da etwas modificirt wurden, ausgeführt.

Die Bestimmung der festen Stoffe geschah, indem 5^{ccm} der stets gut gemischten Milchprobe in einem gewogenen Tiegel, mit mittelfein geriebenem, geglühtem Bimsstein gemischt, im Luftbade getrocknet wurden [1]).

Der Fettgehalt wurde mit dem Apparate von Soxhlet bestimmt. Wie es dabei für die mit Gyps eingetrocknete Milch nöthig

1) Prof. Forster hat die Erfahrung gemacht, dass, wenn man das richtige Verhältniss von gepulvertem Bimsstein und der zu untersuchenden Flüssigkeit (mindestens 2 Gewichtstheile Bimsstein auf 1 Gewichtstheil Milch) nimmt und im Anfange nur bei 80° im Luftbade eintrocknet, man nun die Milch längere Zeit bei 100° halten kann, ohne dass dieselbe die bekannte braune Färbung annimmt, d. h. ohne dass Zersetzungsprocesse dabei auftreten.

Wir suchen die Ursache davon in dem Umstande (das gilt auch für die Kuhmilch), dass die Stoffe, welche zu dieser Färbung in Beziehung stehen, namentlich wohl die Milchsäure, rasch in das Innere der Bimssteinkörnchen eindringen, während die schwerer diffundirbaren Substanzen, wahrscheinlich auch der Milchzucker, mehr an ihrer Oberfläche bleiben und so der Einwirkung der Säure entzogen sind. Auch für die Fettextraction mit Aether haben wir an Stelle von anderen, die Oberfläche vermehrenden Stoffen, den Bimsstein angewendet.

Digitized by Google

ist, so haben wir auch hier die Bimssteinmasse nach etwa zehnmaliger Extraction mit Aether ein zweites Mal fein gerieben und nochmals etwa 6—7 mal mit Aether ausgezogen.

Um den Zucker zu bestimmen, benützten wir folgendes Verfahren: 5 ccm Milch wurden mit 5—6 Tropfen Essigsäure (der Pharm. Nederl.) vermengt und nach einigen Minuten so viel Weingeist von etwa 92 % zugesetzt, dass die Masse 100 ccm betrug. Dabei entsteht jedesmal ein flockiger Niederschlag in der Flüssigkeit, der sich leicht abfiltriren lässt und der vollkommen zuckerfrei ist.

Von dem hellen Filtrate werden 80 ccm mit etwas Kreide versetzt und nach einigem Stehen vorsichtig auf dem Wasserbade zum Syrup eingedampft. Der Rückstand wurde darnach in 80 ccm lauem Wasser gelöst, filtrirt und das Filtrat für die Fehling'sche Zuckerbestimmung verwendet. Lässt man davon in die stets gleichmässig verdünnte Fehling'sche Lösung, während diese in einer weissen Schale schwach kocht, tropfenweise und ohne Unterbrechung einfliessen, so kann man, da sich das Kupferoxydul an die Seitenwandungen der Schale anschlägt, den Endpunkt der Reaction, auch bei grossen Unterschieden in der Verdünnung der Zuckerlösung, wie wir uns überzeugt haben, sicher und scharf erkennen. Wir fügen an dieser Stelle noch bei, dass der Milchzucker, den wir uns in grösserer Quantität aus der Frauenmilch dargestellt haben, das gleiche Reductionsvermögen und auch sonst die gleichen Eigenschaften besitzt wie der Kuhmilchzucker.

Es fehlte mir an der nöthigen Zeit, um auch Eiweissbestimmungen auszuführen. In den nachfolgenden Tabellen sind Eiweiss und Extractivstoffe berechnet aus der Differenz zwischen der Summe der festen Stoffe einerseits und der Summe von Fett, Milchzucker und Asche andererseits. In Tab. I sind die Resultate der von mir ausgeführten Analysen angegeben.

Das Verfahren eignet sich nach den Erfahrungen, die im hiesigen hygienischen Laboratorium vielfach gemacht wurden, überhaupt für ein rasches Eintrocknen von Substanzen, die klebrige Stoffe enthalten, so z. B. Bier, Wein, thierische Flüssigkeiten; auch zum Eintrocknen des Harns für die Voit'schen Stickstoffbestimmungen. Dabei ist noch ein besonderer Vortheil des Bimssteines, dass, wenn die Substanz damit langsam eingetrocknet wird, die Masse sehr leicht aus der Trockenschale genommen und ohne Verlust durch Spritzen u. dgl. fein gerieben werden kann.

Digitized by Google

Vorher bemerke ich noch, dass die Milch, deren Reaction stets alkalisch war, nie später als höchstens eine Stunde nach der Gewinnung zur Analyse kam.

Als auffallend sei noch erwähnt, dass das in der Kälte aus der Milch gewonnene Fett stets stark gelb gefärbt war und einen starken, angenehmen Geruch darbot. Die „Frauenbutter", von der wir eine ziemlich grosse Menge dargestellt haben und deren Untersuchung an einem anderen Orte mitgetheilt werden soll, hat ungefähr die äusseren Eigenschaften der Grasbutter, die aus bester Alpenmilch dargestellt wird.

Tabelle I.

In 100g Frauenmilch sind enthalten:

Nr.	Datum	Portionen	Quantität (g)	Wasser	Trocken-substanz	Eiweiss u. Extractivstoffe	Fett	Zucker	Asche	Tage nach der Entbindung	Die Milch stammt von
1	15. Juni 1880	I	25,1	91,58	8,41	1,67	1,02	5,12	0,16	8	C. R. 24 Jahre. Multipara. Entbunden 7. Juni 1880.
		II	27,5	88,56	11,43	4,88	2,39	3,96	0,20		
		III	25,5	87,48	12,51	4,92	3,14	4,37	0,08		
2	24. Juni 1880	I	33,1	90,23	9,76	2,09	1,71	5,5	0,46	17	id.
		II	33,3	89,67	10,32	1,53	2,77	5,7	0,32		
		III	57,3	87,49	12,50	2,64	4,51	5,07	0,28		
3	12. Oct. 1880	I	8,47	85,47	14,52	—	6,70	—	—	60	H. P. 37 Jahre. Primipara. Entbunden 16. Oct. 1880.
		II	3,95	85,28	14,71	—	6,88	—	—		
		III	4,42	83,38	16,29	—	8,01	—	—		
4	19. Oct. 1880	I	48,3	89,91	10,08	1,10	1,94	6,82	0,22	67	id.
		II	30,3	88,85	11,14	0,92	3,07	6,92	0,23		
		III	40,1	86,71	13,29	2,63	4,58	5,87	0,21		
5	27. Oct. 1880	I	35,7	90,80	9,20	1,81	1,01	6,02	0,36	72	id.
		II	36,1	89,26	10,73	1,80	2,64	6,02	0,27		
		III	19,5	88,12	11,87	1,52	3,98	6,02	0,35		
6	18. Nov. 1800	I	39,6	90,91	9,09	1,73	1,23	5,97	0,16	93	id.
		II	37,9	89,74	10,26	1,49	2,50	6,03	0,24		
		III	41,9	87,52	12,48	1,20	4,61	6,43	0,24		
7	2. Dec. 1880	I	35,7	90,87	9,58	1,54	1,36	6,44	0,24	107	id.
		II	24,2	89,12	12,08	0,71	4,74	6,44	0,19		
		III	42,4	88,82	15,38	0,71	8,19	6,09	0,39		
8	13. Dec. 1880	I	30,0	89,96	10,04	2,09	2,54	5,17	0,23	118	id.
		II	22,5	87,69	12,31	2,99	3,98	5,17	0,25		
		III	31,8	86,65	13,35	0,72	7,20	5,17	0.25		
9	5. Febr. 1881	I	29,5	85,41	14,59	3,37	6,11	4,82	0,29	6	H. V. 26 Jahre. Multipara. Entbunden 30. Jan. 1881.
		II	25,0	84,26	15,74	3,45	7,15	4,82	0,31		
		III	32,8	82,01	17,99	2,92	9,94	4,73	0,30		

Digitized by Google

Aus den Zahlen der Tabelle geht zunächst hervor, dass die einzelnen Milchbestandtheile in dem Gesammtsecrete einer Drüse, wenn dasselbe in der oben angegebenen Weise entleert wird, in stets wechselnden Mengeverhältnissen vorkommen.

Von allen Stoffen bietet der Milchzucker in den einzeln entleerten Antheilen des Drüseninhaltes die geringsten Schwankungen dar. Allein in der Analyse der ersten Milchprobe vom 15. Juni 1880 sind grössere Differenzen. Diese müssen jedoch im Zusammenhange mit der sonst nie erreichten hohen Zahl für die Eiweiss- und Extractivstoffe als Untersuchungsfehler und zwar deshalb erklärt werden, weil ich bei dem Beginne der Untersuchung noch nicht vollkommen vertraut war mit den Hilfsmitteln, so wie sie in dem damals erst seit kurzer Zeit eingerichteten und provisorisch untergebrachten hygienischen Laboratorium zu Gebote standen.

Was die Asche und denjenigen Antheil anlangt, den wir Eiweiss und Extractivstoffe nennen, so kommen wohl Schwankungen in den einzelnen Proben der gleichen Milch vor. Dieselben sind jedoch nicht besonders gross und lassen auch keinen geordneten Gang wahrnehmen. Das eine Mal ist der Gehalt in der ersten Portion, dann wieder in der dritten grösser, so z. B. der Aschegehalt in der zweiten und sechsten Milch; dann ist wieder einmal die Zahl für die mittlere Portion die grösste und umgekehrt.

Dagegen bietet der Fettgehalt und mit ihm also auch die Trockenmenge ein ganz bestimmtes Verhalten dar. Um dies recht ersichtlich zu machen, stellen wir die für letztere gefundenen Werthe in einer besonderen Tabelle zusammen.

Tabelle II.

Nr.	Feste Stoffe			Fett		
	I	II	III	I	II	III
1	8,41	11,43	12,51	1,02	2,39	3,14
2	9,76	10,32	12,50	1,71	2,77	4,51
3	14,52	14,71	16,29	6,70	6,88	8,01
4	10,08	11,14	13,29	1,94	3,07	4,58
5	9,20	10,73	11,87	1,01	2,64	3,98
6	9,09	10,26	12,48	1,23	2,50	4,61
7	9,58	12,08	15,38	1,36	4,74	8,19
8	10,04	12,31	13,35	2,54	3,98	7,20
9	14,59	15,74	17,99	6,11	7,15	9,94

Digitized by Google

Wir dürfen sonach sagen, dass das was für die Kuhmilch bereits lange bekannt war und bei der Frauenmilch nur gelegentlich beobachtet wurde, nämlich das allmähliche Ansteigen der procentischen Fettmenge mit der Entleerung der Milchdrüse, eine constante Erscheinung ist.

Aber nicht bloss, dass hier constante Unterschiede existiren, die Differenzen, die wir hierbei fanden, sind stets ansehnlich und zeigen auf das deutlichste, dass aus der Untersuchung eines beliebigen kleineren Antheils der einer Brustdrüse entnommenen Milch kein Schluss gezogen werden kann auf die Fettmenge, welche in der Drüse producirt oder von einem Säuglinge genossen wird.

Die Unterschiede treten nur dann etwas zurück, wenn die Brustdrüse nur wenig gefüllt war und daher aus ihr wie in Nr. 3 (Milch vom 12. October 1880) nur wenig Secret erhalten werden konnte.

Es lässt sich selbstverständlich nur schwer erklären, warum andere Beobachter, und speciell Reiset und Heynsius, nicht die gleichen und constanten Unterschiede in dem Fettgehalt resp. dessen Steigerung mit der Entleerung der Milchdrüse gefunden haben wie wir. Es kommt uns am wahrscheinlichsten vor, dass sie die Entleerung der Brust nicht, wie ich das stets that, selbst und vollständig vorgenommen haben und dass der Füllungsgrad der Drüse bei den verschiedenen Untersuchungen nur selten sein Maximum erreicht hatte. Angaben über die gewonnene Milchmenge, welche allein ein näheres Urtheil gestatten würden, fehlen eben.

Wir stehen mit unseren Erfahrungen durchaus nicht allein. Gleichzeitig mit uns hat P. Radenhausen [1]) in einer grösseren Anzahl von Untersuchungen in allen Fällen die Beobachtung gemacht, dass das specifische Gewicht der Frauenmilch, welche vor dem Anlegen eines Kindes an die gefüllte Brust entnommen wird,

---

1) Ztschr. f. physiol. Chemie Bd. 5 S. 13. Mehr als ein halbes Jahr bevor Radenhausen seine Arbeit veröffentlichte, hatte ich mit meinen Untersuchungen begonnen (s. die Notiz von Prof. Forster in den Ber. d. deutschen chem. Gesellsch. a. a. O.). Um so erfreulicher ist daher die Uebereinstimmung beider Untersuchungsreihen.

Digitized by Google

beträchtlich höher ist als in den letzten Portionen, welche aus der Drüse erhalten werden können. Mit Recht wird dies bezogen auf die Zunahme des Fettgehaltes der Milch während des Saugactes.

Behält man die durch uns und Radenhausen gemachten Erfahrungen im Auge, so sind die Schwankungen in den Angaben über die Zusammensetzung der Frauenmilch zu einem grossen, vielleicht dem grössten Theile erklärlich.

Es hängt der jeweilig beobachtete Fettgehalt ab von der Menge der Milch, welche zur Untersuchung verwendet wurde, von dem Füllungsgrade der Milchdrüse, von dem Umstande, ob die Milch vor oder nach dem Saugen eines Kindes genommen, ob Antheile der Milch freiwillig abgelaufen sind oder ob der ganze Inhalt der Drüse zur Verwendung kam. Da alles dies meist dem Zufalle überlassen war, so musste das eine Mal viel, das andere Mal wenig und das dritte Mal ein mittlerer Gehalt an Fett gefunden werden.

Die Erscheinung, dass niedere procentische Fettmengen so häufig in der Frauenmilch gefunden wurden, steht offenbar damit im Zusammenhange, dass meist nur ein Bruchtheil des Drüseninhaltes und zwar derjenige, welcher künstlich am leichtesten entleert werden konnte und welcher nach unseren Untersuchungen auch immer der fettärmere ist, analysirt wurde. Dafür sprechen, um ein Beispiel anzuführen, insbesondere die Zahlenangaben von Brunner[1]). Dieser Autor findet nämlich in den meisten Fällen regelmässig einen um so geringeren Fettgehalt, je längere Zeit nach dem letzten Säugen eines Kindes bis zur Milchgewinnung verflossen war. Bei einer stärkeren Entleerung der Drüse, bei welcher Brunner nicht „beschränkte Mengen“ von Milch, sondern den ganzen Inhalt der Drüse verwendet hätte, würde er als Mittelzahl für den Fettgehalt auch selbstverständlich höhere Werthe erhalten haben.

Solche finden sich denn in der That auch bei Schukowsky[2]), der meist grössere Milchmengen untersuchte.

Man könnte denken, wie es anscheinend auch allgemein angenommen wird, dass der Hauptantheil des Milchdrüseninhalts eine

1) a. a. O. 2) a. a. O.

Digitized by Google

gleichmässige Zusammensetzung habe und dass die beobachteten Differenzen nur für den ersten und den letzten, den Drüsen entnommenen, Antheil der Milch gelten. Das ist aber keineswegs der Fall, wie aus einer besonderen von uns angestellten Untersuchungsreihe hervorgeht. Entleert man nämlich die Milch nicht in drei, sondern in acht oder neun Antheilen, so erhält man folgendes Resultat [1]):

Tabelle III.

1.

Nr.	Datum	Portion	Quantität		Fett in %		Tage nach der Entbindung	
			a	b	a	b		
10	13. April 1881	I	13,1	13,1	3,35	3,70	4	Milch von C. de H. Multipara. 26 Jahre. Entbunden 9. April 1881.
		II	12,7	9,3	3,64	3,74		
		III	22,8	17,8	4,08	5,09		
		IV	11,1	15,1	4,15	5,51		

2.

Nr.	Datum	Portion	Quantität			Fett in %			Tage nach der Entbindung	
			a	b	c	a	b	c		
11	1. Juni 1881	I	31,6	19,9	15,2	1,38	1,52	4,60	14	Milch von J. v. W. Primipara. 21 Jahre. Entbunden 28. Mai 1881.
		II	9,9	14,8	12,1	4,03	5,17	5,34		
		III	11,7	8,6	—	4,52	5,79	—		

Wie aus diesen Zahlen hervorgeht, hat jede Portion, welche einer gefüllten Brustdrüse bis zu ihrer Entleerung entzogen wird, einen im Allgemeinen mit der Entnahme ansteigenden Fettgehalt,

1) Zwischen einzelnen Entleerungen wurde hierbei aus einem noch anzuführenden Grunde eine Viertelstunde gewartet, was jedoch selbstverständlich den obigen Schluss nicht beeinträchtigt. Die Entleerung geschah in 4 Abtheilungen, jede in 2 Theile getheilt, und in 3 zu je 3 Theilen in folgender Reihenfolge:

Tabelle III 1.	Tabelle III 2.
I a	I a
I b	I b
II a	I c
II b	II a
III a	II b
III b	II c
IV a	III a
IV b	III b

Digitized by Google

und zwar auch, wenn die Portion noch so klein ist. Daraus ergibt sich, dass es ein Irrthum ist, aus der Zusammensetzung eines beliebigen Antheiles aus der Milchdrüse auf die Zusammensetzung der Frauenmilch überhaupt schliessen zu wollen.

Wir zweifeln nicht, dass das Gleiche auch für die Thiere gilt, welche nicht zur Milchproduction gezüchtet sind und sind daher überzeugt, dass z. B. die von Doremus mitgetheilten, so eigenthümlichen und überraschenden Zahlen des Trocken- und Fettgehaltes in der Milch des Elephanten[1]), wenn die Untersuchung richtig ist und keine anormalen Verhältnisse vorlagen, sich zum Theile daraus erklären, dass eben nicht das Gesammtsecret einer gefüllten Milchdrüse, sondern nur ein sehr kleiner Antheil des Drüseninhaltes gewonnen werden konnte.

Da wir nun einmal so weit gelangt sind, so tritt von selbst die Frage auf, ob die verschiedenen eingangs besprochenen Ursachen, welche eine Wirkung auf die Frauenmilch haben sollen, wirklich einen belangreichen Einfluss auf deren stofflichen Gehalt ausüben.

Wir haben in den hier in Betracht kommenden Richtungen bis jetzt keine besonderen Versuche ausgeführt, können daher mit Sicherheit hierüber nichts angeben. Doch sei Folgendes bemerkt:

Die Ernährung der säugenden Frauen in der hiesigen Entbindungsanstalt kann, im Vergleich mit dem, was die ärmere Volksklasse verbraucht, kräftig genannt werden, und insbesondere befand sich eine der Frauen, deren Milch längere Zeit hindurch untersucht wurde, ausserhalb der Anstalt unter sehr ungünstigen Lebensverhältnissen.

Dessenungeachtet glauben wir nicht das Recht zu haben, aus den von uns gefundenen Zahlen in der Tab. I (Nr. 3—8) und auch nicht aus den in der Tabelle berechneten Mittelzahlen (s. u.) auf einen Einfluss des Ernährungszustandes zu schliessen, da die für den Aufenthalt der Frauen innerhalb und ausserhalb der Anstalt gefundenen Differenzen kaum hierfür sprechen.

Das Gleiche gilt, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, für die Lactationsperioden, mit welchen, wenigstens nach unseren Beob-

---

1) Doremus, Americ. chem. Society 1881 p. 55; s. Milchzeitung 1881 S. 486 und Ber. d. deutschen chem. Gesellsch. 1881 S. 2419.

Digitized by Google

achtungen, der Gehalt der Milch nicht in einem Zusammenhange steht. Es scheint uns nöthig zu sein, um Sicherheit in diesen Fragen zu erhalten, die Versuche in ähnlicher Weise, wie dies bereits von Simon[1]) ausgeführt wurde, zu wiederholen, jedoch mit voller Berücksichtigung der Verhältnisse, die sich aus unseren Untersuchungen ergeben haben.

Eine Differenz in den Zahlen für den Gehalt an Fett und Eiweiss zwischen der linken und rechten Brustdrüse ist, wie wir bereits oben anführten, von Sourdat[2]) gefunden.

In zwei Analysen haben auch wir die Milchfette beider Drüsen einer Frau mit einander verglichen, wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist.

Tabelle IV.

1.

Nr.	Datum	Portion	Quantität		Fett in %		Tage nach der Entbindung	
			L. B.	R. B.	L. B.	R. B.		
12	19. Mai 1881	I	17,8	7,3	6,59	6,87	29	Milch von J. v. A. Multipara. 38 Jahre. Entbunden 20. April 1881.
		II	12,6	7,45	7,82	9,11		
		III	8,3	5,2	10,80	10,90		
	Gesammtmilch		38,7	19,95	7,89	8,77		

2.

Nr.	Datum	Portion	Quantität		Fett in %		Tage nach der Entbindung	
			L. B.	R. B.	L. B.	R. B.		
13	20. Juni 1881	I	24,5	21,4	2,93	3,95	15	Milch von A. v. L. Multipara. 24 Jahre. Entbunden 5. Juni 1881.
		II	14,6	19,1	3,76	5,97		
		III	16,8	15,2	5,44	6,59		
	Gesammtmilch		55,9	55,7	3,9	5,36		

Daraus ergibt sich, dass zwar die rechte Brust mehr Fett enthielt als die linke, jedoch nicht in so frappanter Weise, wie dies von Sourdat angegeben wird. Wir glauben daraus nicht schliessen zu dürfen, dass dies immer der Fall ist, um so mehr, weil bei dem ersten Versuche (1.) nicht die Gesammtmilch zur Untersuchung kam. Die betreffende Frau hatte gegen unsern Willen ihr Kind vor der Entnahme der Milch saugen lassen.

1) a. a. O. 2) a. a. O.

Digitized by Google

Aus den Zahlen geht aber, wie schon früher bemerkt, im Allgemeinen hervor, dass je weniger Secret die Drüse enthält, dieses um so fettreicher ist.

Uebersehen wir die Ergebnisse unserer Analysen, so müssen wir im Gegensatz zu den verschiedenen Autoren, welche von einer mittleren Zusammensetzung der Frauenmilch sprechen und als solche meist schwankende Zahlen angeben, aus unserer Arbeit den Schluss ziehen, dass man im Allgemeinen eine mittlere gleichmässige Zusammensetzung der Muttermilch nicht annehmen darf. Die einzelnen Portionen der gleichen Milch zeigen doch immer ein verschiedenes Mischungsverhältniss ihrer Bestandtheile. Nur für die Gesammtmenge, welche in einem bestimmten Zeitraume von der Drüse geliefert wird, namentlich zwischen einer zweimaligen Nahrungsaufnahme des saugenden Kindes, kann in gewissem Sinne von einem mittleren Gehalte der Milch die Rede sein. Einen solchen können wir nun auch aus unseren Zahlen berechnen. Dabei darf aber nicht vergessen werden, dass mit einer kürzeren oder längeren Pause zwischen jeder Entleerung der Drüse Fett- und Trockengehalt wechseln können.

Für unsere Fälle ist die mittlere Zusammensetzung folgende:

Tabelle V.

In 100g Frauenmilch sind enthalten:

Nr.	Datum	Quantität	Wasser	Feste Stoffe	Eiweiss u. Extractivstoffe	Fett	Zucker	Asche	Tage nach der Entbindung	Die Milch stammt von
	1880	g								
1	15. Juni	78,1	90,47	9,53	3,85	2,19	4,47	0,28	8	C. R. 24 J. Multipara. Entb. 7. Juni 1880.
2	24. Juni	123,7	88,84	11,16	1,90	3,28	5,35	0,60	17	id.
3	12. Oct.	16,8	85,05	14,95	—	7,31	—	—	60	H. P. 37 J. Primipara. Entb. 16. Aug. 1880.
4	19. Oct.	118,7	88,56	11,44	1,65	3,12	6,54	0,21	67	id.
5	27. Oct.	91,3	89,79	10,21	1,74	2,28	6,02	0,32	72	id.
6	18. Nov.	119,4	89,35	10,65	1,46	2,82	6,15	0,21	93	id.
7	2. Dec.	102,3	87,43	12,57	1,05	4,99	6,29	0,24	107	id.
8	13. Dec.	84,3	88,10	11,90	1,78	4,69	5,17	0,25	118	id.
	1881									
9	5. Febr.	87,3	83,80	16,20	3,22	7,85	4,82	0,30	6	H. V. 26 J. Multipara. Entb. 30. Jan. 1881.

Digitized by Google

Aus diesen 9 Analysen ergibt sich eine Mittelzahl, die aber, wie aus dem Gesagten hervorgeht, nur einen relativen Werth besitzt:

Wasser	87,79
Trockensubstanz	12,21
Eiweiss und Extractivstoffe	2,53
Fett	3,89
Zucker	5,54
Asche	0,25

Hiermit stimmt merkwürdigerweise ziemlich gut überein das Resultat einer Analyse, die ich bereits früher ausgeführt hatte, jedoch, da sie für unsere Zwecke nicht benützt werden konnte, in der Tabelle nicht aufgenommen habe.

Der Frau, von welcher die Milch stammte, hatte ich, wie immer, verboten, ihr Kind während 6 Stunden vor der Entnahme aus einer Brust trinken zu lassen. Als ich zu ihr kam, um die Drüse in drei Portionen zu entleeren, bemerkte ich, dass der ganze Inhalt von selbst in das Warzenglas abgelaufen war. Die Quantität betrug 135 ^{ccm}, und es war mir nicht möglich, noch einen Tropfen weiter aus der Brust auszudrücken. Die Erscheinung verwunderte uns im hohen Maasse, und wir müssen bekennen, dafür keine Erklärung finden zu können, zudem die sonst wahrheitsliebende Frau selbst keine künstliche Entleerung vorgenommen zu haben behauptete.

Aus der chemischen Analyse der aufgefangenen Flüssigkeit ergab sich ein Gehalt an festen Stoffen, Fett und Zucker, der viel Uebereinstimmung hat mit unseren Mittelzahlen. Wir fanden nämlich:

Trockensubstanz	12,06
Fett	3,18
Zucker	5,58

Man könnte nun den Einwand erheben, dass der constant vorkommende hohe Trockengehalt der letzten Portionen abhängig wäre von Drüsenzellen und anderen organisirten Substanzen, die in Folge des Streichens bei der Entleerung der Brust auf mechanische Weise mit dem Secrete abgeführt werden. Dagegen können wir anführen, dass eine grosse Zahl von mikroskopischen Untersuchungen der

Digitized by Google

letzten Tropfen aus einer Milchdrüse ergeben haben, dass diese nur Fettkügelchen und keine anderen organisirten Theile enthielten. Die Präparate wurden hierbei frisch, getrocknet und mit Reagentien und Färbemitteln behandelt untersucht. In keinem einzigen waren Zellen, Blutkörperchen (weisse) u. dgl. zu entdecken.

Dieses Resultat war übrigens zu erwarten. Hätte man beim Melken histologische Bestandtheile ausgedrückt, dann könnte wohl die Trockensubstanz, aber nicht hauptsächlich der Fettgehalt erhöht gewesen sein.

Es fragt sich nun, was wohl die Ursache dieser so constant vorkommenden Erscheinung sein kann. Warum wird der Fett- und der Trockengehalt der Milchdrüse mit deren Entleerung steigend gefunden?

Man hat daran gedacht, dass die Fettkügelchen bei dem Entleeren der Milch aus der Drüse erst allmählich in die Warzengänge eindringen und so im Anfang, wie der Niederschlag auf einem Filter, in der Drüse zurückbleiben und erst später reichlich austreten müssten.

Bei dem Lumen der Warzenkanälchen einerseits und dem flüssigen Aggregatszustande der Fettkügelchen andererseits kann man sich jedoch einen solchen Vorgang nicht wohl vorstellen. Man hat denn auch in der That andere und zwar dreierlei Erklärungen dafür gesucht. Nach Parmentier sollte die Ursache eine Rahmbildung in der Drüse selbst (wenigstens bei den Thieren), nach Heynsius eine Folge der stetigen Fettmetamorphose der Drüsenzellen mit einer Adhäsion der Milchkügelchen in den feineren Drüsengängen sein. Zuletzt ist von Heidenhain u. A.[1]) die Meinung ausgesprochen, dass ein Einfluss des Nervensystems die Erscheinung bedinge.

Was die erste Annahme anlangt, so wird dieselbe im Allgemeinen heute kaum mehr festgehalten, nicht einmal mehr für die Kuhmilch. Bei der Frauenmilch kann, wie schon Heynsius[2])

---

1) Heidenhain a. a. O. — Fleischmann, Das Molkereiwesen S. 48.
2) a. a. O.


Digitized by Google

mit Recht bemerkt, von einer Rahmbildung in der Drüse nicht wohl die Rede sein. Wäre dies übrigens wirklich so, dann müsste im oberen Theile der Brustdrüse die Rahmabscheidung auf grösserer Entfernung von der Warze stattfinden als im unteren, indem die Milchgänge bekanntlich nach der Warze hin convergiren. Deshalb müsste, wenn man den oberen Theil der Drüse entleert, zuerst eine fettärmere, dann eine fettreichere Milch abgesondert werden, und bei Entleerung des unteren Theiles gerade das Umgekehrte stattfinden.

Wir haben einzelne Analysen in diesem Sinne ausgeführt und deshalb versucht, von zwei prallgefüllten Brustdrüsen aus der einen durch Streichen längs der untersten Milchgänge das Secret des unteren Theils zu bekommen und aus der anderen auf ähnliche Weise den oberen Theil gesondert zu entleeren. Jede Brusthälfte wurde womöglich ganz entleert und ihr Inhalt in drei Portionen erhalten. Die Resultate der Analysen hiervon, welche ich in den Zahlen der folgenden Tabelle ausdrücke, sind aber negativ. In einem Falle war der Fettgehalt des unteren, im anderen der des oberen Theiles grösser; aber auch bei diesem Versuche haben wir, wie immer, aufsteigende Zahlen mit der Entleerung der Drüse erhalten. Es verdient jedoch Erwähnung, dass auch hier die Milch aus der rechten Brust eine grössere Fettmenge enthielt als die aus der linken.

Tabelle VI. [1])

1.

Nr.	Datum	Portion	Quantität		Fett in %		Tage nach der Entbindung	
			R. B. U.Th.	L. B. O.Th.	R. B. U.Th.	L. B. O.Th.		
14	5. Mai 1881	I	10,3	18,0	5,03	4,59	15	Milch von J. D. Primipara. 27 Jahre. Entbunden 21. Juni 1881.
		II	11,5	14,25	5,41	5,21		
		III	10,1	19,7	6,60	5,90		

1) In der Tabelle bedeutet:

R. B. = Rechte Brustdrüse.
L. B. = Linke „
O.Th. = Oberer Theil.
U.Th. = Unterer „

Digitized by Google

2.

Nr.	Datum	Portion	Quantität		Fett in %		Tage nach der Entbindung	
			R. B. O.Th.	L. B. U.Th.	R. B. O.Th.	L. B. U.Th.		
15	23. Juni 1881	I	18,6	9,5	4,21	3,81	18	Milch von J. v. A. Multipara. 29 Jahre. Entbunden 5. Juni 1881.
		II	18,3	8,65	5,24	4,27		
		III	12,9	10,8	6,11	6,03		

Nach diesen Zahlen kann es sich in der That auch nicht um eine Rahmbildung bei dem vorliegenden Phänomen handeln.

Die zweite Frage, ob nämlich nach Heynsius die Fettkügelchen in den feineren Drüsengängen adhäriren und sonach beim Saugen später in grösserer Menge zur Entleerung kommen, ist schwer zu beantworten. Bei der mikroskopischen Untersuchung findet man allerdings in den ersten Portionen grosse Fettkügelchen reichlicher als in den späteren, aber daneben auch kleine und kleinste genug. Das und auch die Beobachtung Kehrer's[1]), dass bereits in den feinsten Milchgängen fertige Milch angetroffen wird, spricht also noch nicht für die Adhäsion der kleinsten Fettkügelchen. Man kann nun voraus erwarten, dass auch eine chemische Untersuchung kaum eine Entscheidung bringt. Indess haben wir doch eine solche ausgeführt und gingen hierbei von dem Gedanken aus, dass, wenn es sich wirklich um eine Adhäsion handelt, in der Milch, welche in kleineren Antheilen und in kleinen Pausen zur Entleerung kommt, sich ein ungleichmässiges Ansteigen des Fettgehaltes zeigen muss.

Der langsam zunehmende Druck bei einer gleichmässigen Secretion muss zuerst die Milch aus den grösseren Kanälen pressen. Diese Milch wäre nun fettarm, denn vor ihrer Ansammlung in diesen grösseren Reservoirs ist sie bereits durch die kleineren Drüsengänge geflossen, und musste daselbst ihr Fett theilweise zurückbleiben. Ist nun die Milch aus den grösseren Gängen getrieben, dann wird in Folge des Druckes bei der Entleerung der Inhalt der kleineren entfernt, und muss also der Fettgehalt zunehmen. Wartet man nun z. B. eine Viertelstunde, dann hat die inzwischen secernirte Milch die Gelegenheit gefunden, neuerdings in fettärmerem

1) Kehrer, Arch. f. Gynäkologie (1871) Bd. 2 S. 25.

Digitized by Google

Zustande in die grösseren Gänge zu gelangen. Der nach einer Viertelstunde entleerte Theil muss dann, obwohl in geringem Maasse, fettärmer sein als die zunächst vorher entleerte Milch, dann wieder an Fett zunehmen, bis man wiederum kürzere Zeit wartet.

Nehmen wir z. B. an, die Drüse werde in 4 Portionen I, II, III und IV entleert und jede einzelne Portion in zwei Antheilen a und b aufgefangen, während zwischen I, II, III und IV jedesmal eine Viertelstunde gewartet wird, dann müssten die Mittelzahlen für das Fett dieser 4 Portionen eine aufsteigende Reihe bilden; IIa aber dürfte dann weniger Fett enthalten als Ib und mehr als Ia etc.

Auf diese Weise haben wir 2 Analysen ausgeführt (vgl. Tab. III), deren Resultate anscheinend wohl mit der Theorie von Heynsius übereinkommen. Doch lassen sie bei der Unkenntniss über das Volum der grösseren und der kleinsten Milchgänge keine bestimmte Entscheidung zu.

Was endlich die dritte Frage betrifft, so könnte die besprochene Erscheinung nach der Meinung von Prof. Forster wohl unter dem Einflusse des Nervensystems stehen. Man scheint sich den letzteren im Allgemeinen so vorzustellen, dass nach Reizung der Brüste, resp. durch das Saugen (oder Melken) reflectorisch eine Absonderung in der Milchdrüse hervorgerufen werde. Dem widerspricht aber der Umstand, dass sich die Milchdrüse nicht plötzlich und in Pausen, sondern für gewöhnlich nur langsam und allmählich, selbst bis zum Auslaufen ihres Inhaltes, anzufüllen scheint.

Aber gerade die Erfahrung, dass weniger der Gehalt an den in Wasser löslichen Bestandtheilen, sondern gerade die Fettmenge mit der Entleerung der Milchdrüse, also mit einem äusseren auf das drüsige Organ wirkenden Reiz wechselt, scheint uns in dem Sinne der Reizungstheorie zu sprechen. Nach den Fütterungsversuchen muss man — im Gegensatze zu der allgemein verbreiteten Ansicht, dass das Milchfett in der Brustdrüse gebildet werde — annehmen [1]), dass bei den milchproducirenden Thieren das in der

1) Stohmann, Journ. f. Landwirthsch. Bd. 3 (1868). — J. Kühn, Landwirthschaftl. Versuchsstationen Bd. 10 (1868). — Voit, Ztschr. f. Biologie Bd. 5 (1869) S. 79.

Digitized by Google

Nahrung aufgenommene Fett zu einem grossen Theile in die Milch übergeht. Man meint nun weiter, dass die für die Milch charakteristischen Bestandtheile (Eiweissstoffe, Milchzucker) in der Milchdrüse selbst gebildet werden, nicht unwahrscheinlich durch fermentative Vorgänge[1]). Nach Obigem aber wird das Fett nicht in der Drüse geformt, sondern wird als solches durch das Blut zugeführt. Aus den Forschungen von Rauber[2]) muss man schliessen, dass dies durch die im Blute kreisenden weissen Blutkörperchen geschieht. Jede Reizung, die reflectorisch eine Erweiterung der Blutbahn in der Drüse hervorruft, könnte hiernach zu einem Ansammeln der lymphoiden Zellen in der Milchdrüse und damit zu einer zeitweise vermehrten Fettabsonderung führen, während die übrigen Bestandtheile der Milch gleichmässig abgesondert werden. Verhält sich dies so, so wäre es auch erklärlich, dass man bis jetzt stets ohne Erfolg in der Milchdrüse secretorische Nerven gesucht hat.

Mit dieser Meinung könnte auch die obige Erfahrung in Einklang gebracht werden, dass die rechte Brustdrüse absolut mehr Fett zu liefern scheint als die linke. Der meist stärkere materielle Bestand der Extremitäten an der rechten Körperseite wird von den Anatomen bekanntlich in Verbindung gebracht mit einer stärkeren Entwicklung der Blutgefässe daselbst. Dies dürfte auch für die Brustdrüsengefässe gelten, wobei dann die grössere Fettmenge der Milch aus der rechten Brust mit dem reicheren Blutgehalte der letzteren zusammenhinge.

In der That sprechen auch manche Beobachtungen dafür, dass durch das Anlegen des Kindes (resp. Melken oder Reiben) an der Brust Reize ausgeübt werden, die reflectorische Wirkungen aus-

---

1) Prof. Forster hat schon vor Jahren in der frischen thätigen Milchdrüse nach Fermenten gesucht und auch ein solches gefunden. Er behandelte das aus dem Euter der Kuh ausgelöste Drüsengewebe nach dem Zerreiben mit Quarzsand mit Aether und liess dann den Rückstand längere Zeit unter Alkohol stehen. Nach dem Entfernen des Alkohols erhielt er mit Wasser oder Glycerin in ziemlich reichlicher Menge ein Ferment, das sehr rasch Stärkekleister, jedoch nicht rohe Stärke saccharificirte.

2) Rauber, Ueber den Ursprung der Milch. Leipzig 1879. — Vgl. auch Bonnet, Zur Kenntniss der Uterinmilch. Deutsche Ztschr. f. Thiermedicin Bd. 6 (1880) S. 430.


Digitized by Google

lösen. Wir haben Gelegenheit gehabt, eine solche Beobachtung ebenfalls zu machen. Im Laufe der obigen Untersuchungen hatte ich nämlich öfters bemerkt, dass einzelne Frauen das sog. „Zuschiessen“ der Milch beim Entleeren oder beim Anlegen des Kindes an die Brust regelmässig empfanden. Wir wussten, dass dieses Einschiessen nicht allein in der vollen gereizten Drüse, sondern auch in der leeren Drüse gefühlt wird. Um nun zu erfahren, ob dabei eine Secretion von Milch geschehe, haben wir bei einer Frau, die das Gefühl des Zuschiessens regelmässig hatte, die Brust vollkommen entleert, so dass kein Tröpfchen Milch mehr ausgepresst werden konnte. Nun wurde ihr Kind an die andere prall gefüllte Brust angelegt. Sogleich erklärte die Frau, ohne dazu aufgefordert zu sein, „die Milch schiesse jetzt zu“ in die leere Brust. Es gelang mir auch wirklich leicht, nunmehr aus dieser eine allerdings geringe Quantität Milch zu erhalten, welche ähnlich wie fast immer beim Beginn der Entleerung, in einem Strahle herausspritzte, während derjenige Antheil, der zuletzt vor dem Saugen ausgedrückt wurde, nur schwer und langsam abtropfte. Die Fettbestimmung ergab für den letzten Antheil vor dem Anlegen des Kindes an die andere Brust 9,82 %, für die nach der Reizung (resp. dem Zuschiessen) 10,04 %. Auch diese Beobachtung steht sonach nicht im Widerspruche mit der oben angeführten Hypothese [1]).

Die Frage kann übrigens, wie wir auszusprechen nicht zögern, durch unsere wenigen Versuche nicht völlig beantwortet werden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass das besprochene Phänomen aus

1) In einer Abhandlung, welche uns nach der Zusammenstellung unserer Arbeit zukommt, werden durch Hofmann (Fr. Hofmann, Die angebliche Neubildung von Milch während des Melkens. Leipzig, September 1881) interessante Versuche über die Resultate des „gebrochenen Melkens“ mitgetheilt. Daraus ergibt sich, dass die Fettzunahme dabei auch in der Kuhmilch weit beträchtlicher ist als man bisher glaubte. Durch seine Ausführungen jedoch, dass ein Nerveneinfluss hierbei ausgeschlossen wäre — eine Ansicht, die auf das scharfsinnigste durch die Ergebnisse sorgfältiger Analysen und Berechnungen vertheidigt wird — sind wir im Hinblick auf das oben Dargelegte nicht überzeugt worden; auch können wir nicht der Meinung sein, dass das gewöhnlich in beiden Brüsten gleichzeitig fühlbare sog. Zuschiessen der Milch eine Stauungserscheinung wäre.

Digitized by Google

den beiden erwähnten Einflüssen, nämlich dem mechanischen der Adhäsion und dem physiologischen der reflectorischen Erregung, zusammen resultirt. Die Entscheidung liegt auf dem Gebiete der Physiologie.

Im Anfange unserer Arbeit haben wir darauf hingewiesen, dass die Kenntniss der quantitativen chemischen Zusammensetzung der Frauenmilch für sehr wichtig gehalten werden muss für die Beurtheilung der Ernährung des Säuglings, insbesondere mit Rücksicht auf den Werth von Surrogaten der Muttermilch.

Obwohl nun unsere Analysen nicht gerade zunächst zu diesem Zwecke ausgeführt sind, sondern vielmehr um im Zusammenhange mit der Erscheinung des wechselnden Fettgehaltes eine Erklärung zu finden für die erheblichen Schwankungen, die stets in den Analysen der meisten Autoren gefunden werden, so können wir doch für die Kinderernährung im Allgemeinen einige praktische Bemerkungen nicht unterdrücken.

Vor Allem geht aus dem Obigen hervor — und wir erhielten damit das gleiche Resultat wie Radenhausen —, dass es unmöglich ist, die Muttermilch, z. B. auch wie vorgeschlagen bei der Auswahl einer Amme, zu beurtheilen nach der einfachen mikroskopischen Untersuchung einiger ganz willkürlich aus der Brustdrüse entnommenen Tropfen oder selbst grösserer Antheile Milch.

Es ist der Fettgehalt des zu untersuchenden Secretes wechselnd mit dem Füllungsgrade der Drüse. Wenn man die Milch betrachtet, nachdem das Kind einige Zeit vorher an der betreffenden Brust gesogen hat, so findet man selbstverständlich, und zwar schwankend mit der von da an verstrichenen Zeit, eine viel grössere Zahl Milchkügelchen als in den Antheilen, die einer gefüllten Drüse entzogen sind. Daher auch die verschiedenartigsten und einander widersprechenden Resultate, die bei der mikroskopischen Untersuchung der Frauenmilch gefunden wurden.

Conrad behauptet, dass die Muttermilch nicht eine genügende Nahrung darstelle, wenn ihr Fettgehalt weniger betrüge als 2,5 und 2 %[1]. Dies wäre wohl möglich. Seine Untersuchungen aber,

1) Conrad, Die Untersuchung der Frauenmilch etc. Bern 1880. S. 30 seiner Arbeit wird z. B. angegeben, dass eine auch mikroskopisch untersuchte


Digitized by Google

auf welche diese Behauptung gestützt wird, geben die wirklich secernirte Fettmenge nicht an und können daher zu diesem Schlusse nicht verwerthet werden.

Marchand führt in seiner Arbeit[1]) ein „Lait à excès de beurre“ an. Er betitelt diese so, wenn der Fettgehalt über 5,2% steigt, und bezeichnet sie als schädlich für die Gesundheit des Säuglings, ebenso wie ein „Lait à inferiorité de beurre“, eine Milch, welche weniger als 3% enthält.

Nun wollen wir wohl annehmen, dass eine Milch, welche durchweg 5% Fett enthält, nicht zweckmässig ist, ebenso dass ein Säugling nicht genug Nahrung zu sich nimmt, wenn er zu wenig Fett erhält. Allein Portionen, welche solche Procentsätze Fett enthalten, geniesst nach Obigem jeder Säugling.

Es ist richtiger anzunehmen, dass die Säuglinge in den Fällen von Marchand auf unzweckmässige Weise gehalten wurden, dass z. B. im ersten Falle häufig der letzte Antheil der Milch allein, im zweiten mehr der erste fettärmere Antheil allein genossen wurde.

Wir sind überzeugt, dass, wenn ein Kind die Gesammtmilch einer gut gefüllten Drüse bei einer jeweiligen Nahrungsaufnahme zu sich nimmt, die in genügender Menge abgesonderte Muttermilch kaum je als zu reich oder zu arm an Fett bezeichnet werden kann. Dagegen könnte das bisweilen beobachtete Auftreten von Verdauungsstörungen beim saugenden Kinde sehr wohl im Zusammenhange stehen mit dessen unregelmässigem Anlegen, namentlich wenn dies an eine nicht gefüllte Brust mit fettreichem Inhalte geschieht.

Ein Urtheil, ob eine Mutter oder Amme eine geeignete Milch für ein Kind liefert, kann nach unserm Dafürhalten nur dann mit Hilfe der mikroskopischen oder chemischen Untersuchung der Milch gefällt werden, wenn der ganze Inhalt der Drüse zur Verwendung kommt; viel wichtiger erscheint uns aber hierbei die Frage, ob eben

---

Milch 1,66% Fett enthielt bei einer reichlichen Secretion bis zu 220 ccm. Da das Kind schrie und eine ungenügende Gewichtszunahme hatte, so wird auch daraus obiger Schluss gezogen. Aus der mikroskopischen Untersuchung aber ergibt sich mit Sicherheit, dass nur ein Theil des Drüseninhaltes zur Untersuchung verwendet wurde.

1) a. a. O.

Digitized by Google

überhaupt eine genügende Quantität Milch geliefert wird, welche zur Sättigung des Kindes führt. Dies wird, wie u. A. Ahlfeld[1]) mit Recht angibt, am besten durch die Gewichtsbestimmung des Säuglings vor und nach dem Saugen erkannt.

Viele Kinderärzte halten es ferner für nothwendig, in den Fällen, wo die Muttermilch nicht genügend ist oder sogar ganz entbehrt werden muss, als deren Ersatz eine Kuhmilch, die eine constante chemische Zusammensetzung besitzt, zu verlangen. Auch das halten wir für unnöthig, selbst wenn es möglich wäre, dieselbe stets zu beschaffen.

Die Muttermilch selbst hat, wie wir sehen, keine gleichmässige Zusammensetzung, namentlich mit Bezug auf den Fettgehalt, und der Säugling wird deshalb bald eine fettreichere, bald eine fettärmere Nahrung bekommen. Sofern das nicht gewisse Grenzen überschreitet, kann, wie die Erfahrung zeigt, unmöglich ein Nachtheil damit verbunden sein. Daher erscheint von viel grösserer Wichtigkeit als diese übertriebene Forderung das Verlangen, darauf zu achten, was bereits von Kehrer[2]), Biedert[3]) und Langgard[4]) gezeigt und in neuester Zeit von Danilewsky[5]) weiter ausgeführt wurde, nämlich dass in der Kuhmilch andere Eiweisskörper enthalten sind als in der Frauenmilch. Ferner muss man bedenken, dass der Säugling mit der Muttermilch ein ganz frisches Nahrungsmittel von stets gleichmässiger Temperatur u. s. w. geniesst, das nicht erst durch die verschiedenartigsten Hände und Gefässe gelaufen ist. Wir sind überzeugt, dass das Auftreten von Magen- und Darmkatarrhen im Säuglingsalter bei der künstlichen Ernährung theilweise der chemischen Qualität der gereichten Stoffe zur Last gelegt werden muss und hauptsächlich den Grund findet in einer unzweckmässigen Verabreichung und Behandlung der Nahrungsmittel, weniger aber in den inconstanten Quantitäten ihrer Bestandtheile, sofern dieselben

1) Ahlfeld, Die Ernährung des Säuglings. Leipzig 1878.

2) Zur Morphologie des Milchcaseïns. Arch. f. Gynäkologie Bd. 2 S. 1.

3) Neue Untersuchungen und klinische Beobachtungen über Menschen- und Kuhmilch als Kindernahrungsmittel. Virchow's Archiv Bd. 60 S. 352.

4) Vgl. Untersuchungen über Frauen-, Kuh- und Stutenmilch. Virchow's Archiv Bd. 65.

5) Ber. d. russ. chem. Gesellsch. 1880.

Digitized by Google

nicht, wie z. B. bei der Verwendung der mit Zuckerzusatz condensirten Milch oder mancher Kindermehle, gewisse Grenzen überschreiten.

Beobachtungen sprechen denn auch dafür, dass der kindliche Organismus im gewissen Sinne selbst seine Diät regelt, ähnlich wie das bei der Kost der Erwachsenen der Fall ist [1]). Bei einer concentrirteren Nahrung geniesst im Allgemeinen auch der Säugling weniger, und mehr bei einer verdünnteren Zufuhr. So hat, und damit will ich meine Darlegungen beenden, Prof. Forster u. A. Folgendes wahrgenommen: Ein Kind erhielt in seinem 7. Lebensmonat als Nahrung ein Gemenge von 3 Theilen Kuhmilch und 1 Theil dünnen Reiswassers. Das Kind genoss davon während des Tages, in Zwischenpausen von je 3½ Stunden, in 24 Stunden etwa 1200 g. Als nun statt dieses Gemenges unverdünnte Kuhmilch gereicht wurde, trank das Kind vom 1. Tage an nur mehr in Pausen von 4 bis 4½ Stunden während des Tages und genoss im Anfange nur ungefähr 1000 g. Erst später stieg die gebrauchte Menge wieder an. Das gleiche Schauspiel wiederholte sich, als man nach einiger Zeit begann, der Milch ein Ei im Tage zuzusetzen, während das Kind stets im besten Wohlbefinden war.

Nicht allzusehr also, dürfen wir schliessen, ist das Augenmerk bei der künstlichen Ernährung auf die rein quantitative Seite zu richten, sondern es ist [2]), wie dies von Seite der Aerzte u. s. w. in der neueren Zeit auch geschieht, der Schwerpunkt hierbei auf die richtige Behandlungs- und Gewinnungsweise der für das Kind bestimmten Nahrungsmittel, und zwar vom Beginne der Production der letzteren an, zu legen.

---

1) Forster, Artikel „Kost des Menschen“ in Liebig-Fehling, Handwörterbuch der Chemie Bd. 3 (1881) S. 1125.

2) Vgl. in dieser Beziehung: Kehrer, Volkmann's klinische Vorträge Nr. 70 (1874). — Fr. Hofmann, Ueber Ernährung und Nahrungsmittel der Kinder. Vortrag in der 6. Versammlung des deutschen Vereins f. öffentl. Gesundheitspflege zu Dresden 1878. Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege Bd. 2 (1879) S. 97. — V. Cnyrim, Ueber Production von Kinder- und Kurmilch etc. Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege Bd. 11 (1879) S. 239 u. 443. — Auch: Bouchardat, La mortalité des enfants du prémier age. Revue scientifique, 30. Oct. 1880, Nr. 18 p. 410.

Digitized by Google

Der zeitliche Ablauf der Zersetzung im Thierkörper.

Von

Dr. Ludwig Feder.

(Aus dem physiologischen Laboratorium zu München.)

(Mit Tafel V—VIII.)

Während sich zahlreiche Untersuchungen mit den Aenderungen beschäftigt haben, die durch eine wechselnde Zufuhr sowohl in der Qualität als Quantität der Ausscheidungsstoffe hervorgebracht werden, hat man bis jetzt nur wenig darauf Rücksicht genommen, in welcher Zeit diese Zersetzungsproducte aus dem zugeführten Materiale entstehen und wie rasch sie wieder zur Ausscheidung gebracht werden. Man wusste nur im Allgemeinen, dass eine irgend erhebliche Anhäufung von Zersetzungsproducten im Thierkörper nicht stattfinden kann, ohne wesentliche Functionsstörungen herbeizuführen. Dass aber auch die Zersetzung des zugeführten Materiales sehr rasch erfolgt, ging aus einigen Untersuchungen hervor, welche die stündliche Verfolgung der ausgeschiedenen Harnstoffmenge zum Zwecke hatten.

Abgesehen von den unzulänglichen Untersuchungen Becher's[1]) hat zuerst Voit[2]) am Menschen die stündliche Ausscheidung an Harnstoff und Kochsalz nach Aufnahme einer reichlichen aus Fleisch und Eiern bestehenden Kost mittels der Liebig'schen Titrirmethode controlirt. Schon nach einer Stunde war eine deutliche Vermehrung der Harnstoffausscheidung bemerklich, die rasch ansteigend in der siebenten Stunde den höchsten Punkt erreicht und sodann wieder langsam auf den Ausgangspunkt herabsinkt.

Später hat ausgedehntere Versuche in dieser Richtung Panum[3]) angestellt, der theils mit Fleisch allein, theils mit Fleisch unter Zusatz von Fett und Brod am Hunde experimentirte und im Wesentlichen mit

1) Becher, Studien über Respiration (Zürich 1855) 2. Abschn. S. 32 u. 39.

2) Voit, Physiol.-chemische Untersuchungen (1857) S. 42.

3) Nordiskt Medicinskt Arkiv Bd. 6 (1874) Nr. 12.

Digitized by Google

Voit übereinstimmende Resultate erhielt. Auch Carl Ph. Falck[1]) untersuchte die stündliche Harnstoffausscheidung nach einmaliger Fleischzufuhr in einer Reihe von sechs Versuchen, in denen er 500—1500^{g} Fleisch an drei verschieden grosse Hunde verfütterte. Bei Zufuhr von 500^{g} Fleisch erreichten auch seine Curven in der siebenten Stunde den Gipfel, um dann abzusinken, während bei den grösseren Fleischgaben sie längere Zeit auf dem Höhepunkte verweilten. Endlich hat Forster[2]) beim Menschen nach Zufuhr von 500^{g} Fleisch und 48,3^{g} Fett den stündlichen Stickstoff- und Phosphorsäuregehalt des Harns bestimmt, leider jedoch nicht die auf die einzelnen Stunden treffenden Zahlen bekannt gemacht, sondern dieselben auf vierstündliche Perioden zusammengerechnet.

Da ich im weiteren Verlaufe noch auf die eben besprochenen Abhandlungen zurückzugreifen Gelegenheit haben werde, möge die hier gegebene kurze Uebersicht ihres Inhaltes einstweilen genügen.

Ehe ich jedoch zur Mittheilung der von mir angestellten Versuche gehe, möchte ich andeuten, welche Fragen durch derartige periodische Untersuchungen der Ausscheidungsproducte beantwortet werden können.

Man hat geglaubt, dadurch Aufschluss zu bekommen über die Mengen der aus dem Darmkanale resorbirten Stoffe, also über den zeitlichen Verlauf der Resorption nach einmaliger Zufuhr und über die Ausnützungsfähigkeit der verschiedenen Nahrungsmittel. Dem wäre zweifellos so, wenn der Thierkörper das aus dem Darmkanale Aufgenommene stets sofort zersetzte und die daraus resultirenden Zersetzungsproducte alsbald zur Ausscheidung brächte, wenn demnach Aufnahme, Zersetzung des Aufgenommenen und Ausscheidung des Zersetzten unter allen Umständen gleichen Schritt mit einander hielten. Leider scheint eine derartige Gleichmässigkeit der betreffenden Vorgänge nicht vorhanden zu sein, wie sich später noch ergeben wird.

1) Experimentelle Studien über die Einwirkung des Fleischgenusses auf die Production und Elimination des Harnstoffes. Beitr. z. Physiologie, Hygiene etc. von C. Ph. Falck und F. A. Falck Bd. 1 (1875).

2) Beiträge zur Ernährungsfrage. Ztschr. f. Biologie Bd. 9 (1873) S. 383.

Digitized by Google

Nicht nur die Resorption im Darme kann durch einen Wechsel in der Zufuhr beeinflusst werden, sondern auch die Zersetzungsfähigkeit der Zellen und die Ausscheidungsgeschwindigkeit der gebildeten Zersetzungsproducte. Da aber jeder dieser Factoren auf den zeitlichen Verlauf der Ausscheidungen Einfluss hat, so wird bei einer Aenderung derselben sich stets die Frage erheben, von welchem der drei Factoren dieselbe abhängig ist.

Für das Studium der Resorptionsvorgänge werden wir nun besser andere, leichter gangbare Wege einschlagen, die periodische Untersuchung der Ausscheidungsproducte aber dazu benützen, um über den zeitlichen Ablauf der Zersetzungs- und Ausscheidungsvorgänge Aufschluss zu erhalten und damit auch eine gewisse Einsicht in die bei dem Zerfalle ablaufenden Processe zu bekommen. Dazu ist es natürlich nöthig, dass man die Bedingungen für die Resorption gleich hält oder wenigstens darüber schon unterrichtet ist, wie das zugeführte Nahrungsmittel sich im Darme verhält.

Bedauerlicherweise sind nun unsere Kenntnisse über den Ablauf der Resorption bei verschiedener Nahrung noch sehr unvollständig, denn ausser den Versuchen von Schmidt-Mülheim[1]), der nur reines Fleisch verfütterte, sind mir wenigstens keine einschlägigen Arbeiten bekannt geworden.

Der grosse Aufwand von Zeit und Arbeit, den die Ausführung der vorliegenden Versuche erfordert, haben nun zwar das mir zu Gebote stehende Versuchsmaterial noch nicht in der Weise anwachsen lassen, um nach allen Richtungen befriedigende Erklärungen zuzulassen. Dennoch halte ich die gewonnenen Resultate auch jetzt schon für mittheilenswerth, da sie manchen neuen Einblick in das Getriebe des thierischen Organismus eröffnen.

Was mir zur Zeit abgeschlossen vorliegt, sind 11 Versuche, alle an einem weiblichen Hunde von ca. 25^{kg} Gewicht ausgeführt, dessen Harn ich durch Katheterisiren stets vollständig erhielt. Er wurde in der von Falck angegebenen Weise operirt. Das Katheterisiren geschah mit einem gewöhnlichen weiblichen silbernen Katheter, über dessen Ausflussöffnung bequemlichkeitshalber ein

1) A. Schmidt-Mülheim, Untersuchungen über die Verdauung der Eiweisskörper. Archiv f. Physiologie 1879 S. 39.

Digitized by Google

Kautschukschlauch gestülpt war, der mit einem Quetschhahn verschlossen werden konnte. Der Katheter wurde in liegender Stellung des Thieres eingeführt und der spontan abfliessende Harn zunächst aufgesammelt, was ein leichter Druck auf die Bauchdecke beförderte.

War der Harn vollständig abgeflossen, so injicirte ich mit einer kleinen Spritze 15 ccm verdünnte Carbolsäure in die Blase und liess sie dann wieder abfliessen, wobei sie stets nur ganz schwach gelblich gefärbt schienen; floss bei Druck auf die Blase nichts mehr aus, so wurden nochmals 15 ccm injicirt. Das nun Abfliessende war stets ganz farblos.

Um mich zu überzeugen, ob man durch den Katheter auch wirklich den Harn vollständig entleere, schlug ich folgendes Verfahren ein. Zunächst entleerte ich den Harn und wusch die Blase mit verdünnter Carbolsäure zweimal, wie angegeben, aus. Dann spritzte ich wiederholt verschiedene gemessene Mengen verdünnter Carbolsäure ein und fand stets die Menge der abgelaufenen Flüssigkeit mit den eingespritzten Quantitäten bis auf 0,5—1,0 ccm übereinstimmend. Es wäre nun noch möglich gewesen, dass stets ein gleiches Flüssigkeitsquantum zurückgehalten worden wäre.

Zur Klarstellung spritzte ich der Hündin nach Entleerung und dreimaliger Ausspülung der Harnblase mit destillirtem Wasser 50 ccm einer auf ihren Gehalt untersuchten wässerigen Lösung von Kochsalz in die Blase und liess dieselben sofort wieder in einen kleinen Messcylinder ablaufen. Hierauf spülte ich die Blase zweimal mit je 15 ccm destillirten Wassers aus und sammelte das Ablaufende auf. In sämmtlichen Proben wie in der ursprünglichen Lösung wurde das Kochsalz durch Titriren mit salpetersaurem Silber bestimmt und nachstehende Werthe gefunden, die darthun, dass bei zweimaligem Ausspülen der Blase von einem irgend erheblichen Zurückhalten von Harnbestandtheilen keine Rede ist.

Die ursprüngliche Kochsalzlösung enthielt:

in 5 ccm 289,5 mg ClNa,
in 50 ccm somit 2,895 g ClNa.

Aus der Blase flossen 50,5 ccm aus.

5 ccm davon enthielten 275 mg ClNa,
50,5 ccm somit 2,777 g ClNa.

Digitized by Google

Die erste Waschflüssigkeit enthielt 0,094 g, die zweite 0,020 g ClNa. Im Ganzen wurden demnach statt der eingespritzten 2,895 g Kochsalz 2,891 g wiedergefunden.

Da die ganze Operation des Einspritzens etc. nicht mehr als 5 Minuten in Anspruch nahm, so ist eine erhebliche Harnbeimischung unmöglich, zumal sich das Thier im Hungerzustande befand, in welchem der Harn noch überdies äusserst geringe Chlormengen enthält. Im Hungerzustande scheidet ein Hund von 20 bis 30 kg Gewicht höchstens 0,5 g Cl Na pro Tag aus, wovon also auf 5 Minuten 3,5 mg treffen. Bringen wir diese Menge von der oben gefundenen noch in Abrechnung, so bleiben 2,8875 g übrig oder 99,74 % der eingespritzten Menge. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Gehalt der injicirten Lösung an Kochsalz sich höher stellt, als der höchste procentische Gehalt des Harns an Stickstoff in meinen Versuchen betrug.

So vollständig auf diese Weise die Harngewinnung war, ebenso gut ertrug das Thier das Katheterisiren, so dass selbst bei zwölfmaligem Einführen im Laufe von 24 Stunden nie auch nur die geringsten nachtheiligen Erscheinungen beobachtet wurden. Ueberdies gewöhnte sich die Hündin so rasch und gut an das ganze Verfahren, dass nach kurzer Zeit das Katheterisiren und Auffangen des Harns bei Mengen von ca. 100 ccm nicht mehr als 3 Minuten in Anspruch nahm. Dass man jedoch von dem leichten Gelingen bei diesem einen Thiere nicht ohne weiteres auf alle übrigen Fälle schliessen darf, davon konnte ich mich bald durch die Schwierigkeiten überzeugen, die bei einer zu anderen Zwecken verwendeten Hündin der Gewinnung des Harns durch Katheterismus sich entgegenstellten.

Die für den Tag bestimmte Nahrung erhielt das Thier mit dem Schlag der ersten Stunde, und hatte dieselbe stets in wenigen Minuten verschlungen. Unmittelbar vorher war der Harn entleert und die Blase ausgespült worden. Während des Versuchstages wurde der Harn genau alle 2 Stunden aufgesammelt, was ich stets selbst ausführte unter Beihilfe meines Freundes E. Voit, dem ich für diese liebenswürdige Unterstützung zu grossem Danke verpflichtet bin.

Digitized by Google

Die Analysen wurden nach bekannten Methoden ausgeführt: die Stickstoffbestimmung durch Verbrennung des Harns nach Will-Varrentrapp, die Phosphorsäure durch Titriren mit Urannitrat; der Schwefel endlich wurde durch Schmelzen des Harns mit Kali und Salpeter unter Rücksichtnahme auf schliessliche Verunreinigung des schwefelsauren Baryts bestimmt. Zu den Stickstoffbestimmungen wurden durchgehends je 5ccm Harn verwandt, und sind die angegebenen Zahlen stets das Mittel aus zwei gut stimmenden Analysen. Zu den Phosphorsäure- und Schwefelbestimmungen nahm ich nach der disponiblen Harnmenge wechselnde Mengen und zwar zu den Phosphorsäurebestimmungen 15—25ccm, zu den Schwefelbestimmungen 25—100ccm. Wo es die Harnmenge zuliess, wurden auch für die Phosphorsäure Doppelbestimmungen ausgeführt, ausserdem aber durch möglichst vorsichtiges Titriren der Endpunkt so genau als möglich zu ermitteln gesucht, was auch hinreichend gelingt. Bei den Schwefelbestimmungen mussten natürlich aus naheliegenden Gründen die Doppelbestimmungen in Wegfall kommen; die mitgetheilten Zahlen sind das Resultat der mit thunlichster Sorgfalt ausgeführten Einzelanalysen. Die in zwei Versuchen ermittelten Chlorwerthe sind durch Veraschen von je 10ccm Harn mit 3g kohlensaurem Natron und 2g Salpeter und nachheriges Titriren mit Silberlösung und chromsaurem Kali erhalten.

Die von mir angestellten Versuche lassen sich in vier Abtheilungen gliedern und zwar in:

I. Versuche bei Hunger,
II. Versuche bei Fütterung mit reinem Fleisch,
III. Versuche bei Fütterung mit reinem Fleisch unter Zusatz von Salzen und
IV. Versuche bei Fütterung mit Fleisch und Fett,

die ich nun der Reihe nach betrachten will.

I. Versuche bei Hunger.

Ich habe zwei derartige Versuche angestellt. In beiden war der Hündin mehrere Tage jede feste und flüssige Nahrung entzogen worden, nachdem sie vorher reichlich gemischtes Fressen erhalten hatte. Aus beiden Reihen wurde der dritte Hungertag herausgenommen.

Digitized by Google

Tabelle I.

Periode	1. Hungerversuch			2. Hungerversuch		
	N	P_2O_5	Harnmenge	N	P_2O_5	Harnmenge
1	0,41	0,05	28	0,33	0,03	29
2	0,44	0,05	29	0,36	0,08	31
3	0,45	0,06	30	0,40	0,10	36
4	0,43	0,10	32	0,33	0,08	35
5	0,42	0,15	32	0,30	0,10	30
6	0,37	0,10	29	0,35	0,10	37
7	0,36	0,08	28	0,37	0,10	40
8	0,45	0,05	30	0,32	0,10	34
9	0,51	0,08	32	0,29	0,08	28
10	0,46	0,06	30	0,33	0,07	33
11	0,46	0,05	31	0,33	0,05	34
12	0,46	0,06	40	0,31	0,04	58
im Tag	5,22	0,89	371	4,02	0,93	425

In vorstehender Tabelle sind die dabei gewonnenen absoluten Werthe für Stickstoff, Phosphorsäure und die Harnmenge verzeichnet. Letztere Zahlen habe ich aus den direct beobachteten Werthen dadurch abgeleitet, dass ich stets 30 ccm als Menge des Waschwassers in Abzug brachte.

Die beiden Reihen zeigen nun allerdings gewisse Schwankungen sowohl in der Phosphorsäure- wie in der Stickstoffausscheidung; da aber die Curven der beiden Versuche nicht ganz übereinstimmen und auch die Schwankungen nur geringfügige sind, so müssen dieselben wohl als zufällige angesehen werden. Wir können uns ja auch recht wohl denken, dass die Absonderung des Harns in der Niere und damit die Ausscheidung der gebildeten Zersetzungsproducte nicht so ganz gleichmässig vor sich geht, oder dass selbst die Zersetzungen im hungernden Organismus nicht in jedem Zeittheile völlig gleichmässig verlaufen. Aeussere Einflüsse, Ruhe und Bewegung namentlich, können sowohl Aenderungen in der Ausscheidung als in dem Ablaufe der Zersetzungen hervorbringen, genügend um die beobachteten Schwankungen zu erklären. Ich kann sonach die Angabe P. Bert's[1]), der am Menschen bei Hunger

1) P. Bert: Sur les variations de l'urée en rapport avec la nourriture; sur les phases horaires d'excrétion de l'urine et de l'urée; sur les rapports entre la richesse de l'urine en urée et sa coloration. Gazette médicale 1880 p. 21.

Digitized by Google

analoge Schwankungen wie bei Aufnahme von Nahrung beobachtet haben will, nicht bestätigen.

Offen muss ich es vorläufig lassen, wie sich die Ausscheidungscurven bei Hunger und gleichzeitiger Wasserzufuhr gestalten. Nach einem Versuche von C. Ph. Falck[1]) hat allerdings eine grosse Wasserzufuhr (750 ccm bei einem ca. 12 kg schweren Hunde) auch bei Hunger in den unmittelbar folgenden Stunden eine deutliche Vermehrung der Harnstoffausscheidung zur Folge; doch bleibt es fraglich, ob die Wirkung kleinerer Wassermengen überhaupt noch zur Wahrnehmung gelangen kann. Jedenfalls ist, und das will ich ausdrücklich betonen, auch die von Falck beobachtete Steigerung eine nicht sehr bedeutende; sie beträgt höchstens 0,4—0,6 g für je 2 Stunden.

Tabelle II.

Verhältniss von P_2O_5 zu Stickstoff. $1 P_2O_5$:

Periode	1. Versuch	2. Versuch
1	8,2	11,0
2	8,8	4,5
3	7,5	4,0
4	4,3	4,1
5	2,8	3,0
6	3,7	3,5
7	4,5	3,7
8	9,0	3,2
9	6,4	3,6
10	7,7	4,7
11	9,2	6,6
12	7,7	7,7
im Tag	5,9	4,3

Vergleichen wir endlich das Verhältniss der im ganzen Tage ausgeschiedenen Phosphorsäure- und Stickstoffmenge mit dem der zweistündlichen Perioden, so ergeben sich auffallenderweise in den verschiedenen Tagesstunden sowohl unter sich als von dem Tagesverhältniss abweichende Zahlen. Trägt man die Stickstoffmengen, welche 1 Theil Phosphorsäure entsprechen, als Ordinaten über der Zeit als Abscisse auf, so erhalten wir Curven, die in ihrem Anfangs- und Endtheile über dem mittleren Tagesverhältnisse liegen, in ihren

1) a. a. O.

Digitized by Google

centralen Partien dagegen unter dasselbe herabsinken. Doch ist im Uebrigen die Uebereinstimmung der beiden Versuche keine grosse, und spielen auch dabei noch zufällige Momente eine Rolle. Forster[1]) hat schon früher beim Menschen nach Nahrungsaufnahme eine analoge Beobachtung gemacht, worauf ich später noch zurückkomme.

Es ist mir zur Zeit nicht möglich, für dieses merkwürdige Verhalten eine zutreffende Erklärung zu geben. Thatsächlich ist, dass in den beiden Versuchen in den Anfangs- und Endstunden auf 1 Theil Phosphorsäure mehr Stickstoff ausgeschieden wird, als dem Tagesverhältniss entspricht, in den mittleren Tagesstunden dagegen weniger.

Nicht unerwähnt soll bleiben, dass das Tagesverhältniss überhaupt, namentlich in dem zweiten Versuche, sich ungemein niedrig stellt: eine Beobachtung, die schon Bischoff[2]) am hungernden Hunde gemacht hat.

Um die Versuche mit verschieden grosser Eiweisszersetzung leichter mit einander vergleichen zu können, habe ich ferner die Tagesausscheidung gleich 100 gesetzt und nun berechnet, wie viel Procente in den einzelnen Stunden zur Ausscheidung kamen.

Wendet man dieses Verfahren auf die beiden Hungerversuche an, so ergibt sich folgende Tabelle.

Tabelle III.

Periode	1. Hungerversuch			2. Hungerversuch		
	N	P_2O_5	Harnmenge	N	P_2O_5	Harnmenge
1	7,8	5,6	7,5	8,2	3,2	6,8
2	8,4	5,6	7,8	8,9	8,6	7,3
3	8,6	6,7	8,1	9,9	10,7	8,5
4	8,2	11,2	8,6	8,2	8,6	8,2
5	8,0	16,6	8,6	7,5	10,7	7,1
6	7,1	11,2	7,8	8,7	10,7	8,7
7	6,9	9,0	7,5	9,2	10,7	9,4
8	8,6	5,6	8,1	8,0	10,7	8,0
9	9,8	9,0	8,6	7,2	8,6	6,6
10	8,8	6,7	8,1	8,2	7,5	7,8
11	8,8	5,6	8,4	8,2	5,4	8,0
12	8,8	6,7	10,8	7,7	4,3	13,6

1) a. a. O.

2) E. Bischoff, Ueber die Ausscheidung der Phosphorsäure. Ztschr. f. Biologie Bd. 3 (1867) S. 321.

Digitized by Google

Dieselbe zeigt im Zusammenhalte mit dem Vorhergehenden, dass die niedrigen Verhältnisszahlen in den mittleren Tagesstunden hauptsächlich auf eine Steigerung der Phosphorsäureausscheidung in dieser Zeit zurückzuführen sind.

Die Wasserausscheidung verhält sich in den beiden Versuchen etwas verschieden, obwohl dieselben unter anscheinend gleichen Verhältnissen angestellt waren. Während in dem ersten Versuche die tägliche Harnmenge 371 ccm betrug, schied der Hund im zweiten Versuche 425 ccm aus, und in der zeitlichen Ausscheidung zeigen sich ebenfalls einige Verschiedenheiten, wie die procentischen Curven darthun.

Auch das Verhältniss der im Harn gelösten Stoffe zu ihrem Lösungsmittel zeigt ein bemerkenswerthes Verhalten. In folgender Tabelle ist angegeben, in wie viel Wasser je 1 Stickstoff und 1 Phosphorsäure in den beiden Versuchen gelöst waren.

Tabelle IV.

Periode	1. Hungerversuch		2. Hungerversuch	
	1 N : Wasser	1 P_2O_5 : Wasser	1 N : Wasser	1 P_2O_5 : Wasser
1	68	560	88	967
2	66	580	86	387
3	67	500	90	360
4	74	320	106	437
5	76	218	100	300
6	78	290	106	370
7	78	350	108	400
8	67	600	106	340
9	63	400	96	350
10	65	500	100	471
11	67	620	103	680
12	87	667	187	1450
im Tag	711	417	106	457

II. Versuche bei Fütterung mit reinem Fleisch.

Es ist bekannt, dass eines der wesentlichsten Momente für die Grösse der Eiweisszersetzung die Zufuhr von eiweissartiger Substanz ist. Demnach war auch zu erwarten, dass nach Fleischzufuhr schon in den nächstfolgenden Stunden eine Steigerung des Eiweisszerfalles eintritt. Es haben auch alle, welche die stündliche Stickstoffausscheidung nach einmaliger Fleischzufuhr verfolgten, dieses Factum

Digitized by Google

constatirt; viel Weiteres aber war aus jenen Versuchen wegen der noch mangelnden Kenntnisse über den zeitlichen Verlauf der Resorption nicht zu entnehmen. Leider ist nun unsere Einsicht in diese Processe auch jetzt noch nicht sehr weit gediehen.

Hervorheben will ich jedoch gleich hier, dass wenigstens die von Panum und Voit für den Stickstoff erhaltenen Werthe mit den von mir erhaltenen Resultaten übereinstimmen.

In der folgenden Tabelle sind die absoluten Zahlen der drei gemachten Versuche zusammengestellt.

Tabelle V.

Periode	1. Versuch 500^g Fleisch			2. Versuch 1000^g Fleisch				3. Versuch 500^g Fleisch		
	N	S	Harnmenge	N	P_2O_5	S	Harnmenge	N	P_2O_5	Harnmenge
1	1,41	0,123	138	2,61	0,62	0,220	118	1,67	0,36	85
2	2,06	0,148	103	3,99	0,78	0,295	125	2,46	0,45	102
3	2,37	0,150	102	4,38	0,65	0,259	123	2,86	0,41	92
4	2,33	0,128	80	4,51	0,61	0,265	124	2,72	0,36	74
5	2,15	0,108	70	4,29	0,51	0,232	102	2,52	0,26	60
6	1,84	0,085	54	3,54	0,42	0,192	80	2,09	0,24	48
7	1,31	0,059	44	3,40	0,35	0,194	76	1,53	0,22	32
8	0,96	0,045	28	2,64	0,25	0,134	57	1,08	0,17	24
9	0,87	0,051	26	1,81	0,20	0,090	40	0,98	0,20	23
10	0,79	0,049	26	1,42	0,14	0,075	31	0,85	0,16	19
11	0,79	0,056	38	1,10	0,07	0,063	23	0,83	0,12	20
12	0,57	0,033	24	1,03	0,04	0,058	32	0,71	0,05	24
im Tag	17,45	1,035	733	34,72	4,64	2,077	931	20,30	3,00	603

Der erste und dritte Versuch ist bei Fütterung mit 500^g Fleisch und 200^{ccm} Wasser angestellt. Die beiden Versuche unterscheiden sich jedoch dadurch von einander, dass bei dem ersten das Thier mit der gereichten Nahrung sich im Stickstoffgleichgewicht befand, während es bei dem dritten noch 100^g Fleisch von seinem Körper abgab. Im zweiten Versuche bei Aufnahme von 1000^g Fleisch und 200^{ccm} Wasser erhielt der Hund mit der gereichten Nahrung sich wiederum auf seinem Stickstoffbestande.

Die dabei erhaltenen Werthe für Stickstoff, Phosphorsäure und Schwefel sind ausser in Tab. V auch in Curve I (Taf. V) niedergelegt, aus der der ganze Ablauf der Ausscheidung klarer zu Tage tritt. In Bezug auf die Construction dieser und aller übrigen der Ab-

Digitized by Google

handlung beigegebenen Curven habe ich nur beizufügen, dass über der Zeit als Abscisse die Werthe für Stickstoff, Schwefel etc. in Procent der Tagesausscheidung als Ordinaten aufgetragen wurden.

a) Betrachtung der Stickstoffausscheidung.

Da das Thier stets schon längere Zeit mit der gleichen Fleischmenge gefüttert worden war, so ist die Stickstoffmenge der dem Versuchstage unmittelbar vorausgehenden 2 Stunden bei den im Gleichgewicht angestellten Versuchen jedenfalls identisch mit der der letzten 2 Stunden des Versuchstages. Der Einfluss der zugeführten Nahrung macht sich demnach sofort durch eine beträchtliche Steigerung der Stickstoffausscheidung geltend. In Versuch 1 von 0,64 auf 1,4, in Versuch 2 von 1,0 auf 2,6 in den ersten zwei auf die Nahrungsaufnahme folgenden Stunden. In der zweiten Periode steigen die ausgeschiedenen Stickstoffmengen noch weiter an und erreichen bei Versuch 1 in der dritten, bei Versuch 2 erst in der vierten Periode das Maximum, um dann allmählich wieder abzusinken. Ausser dieser Verschiebung des Maximums ist die Form der Stickstoffausscheidungscurven in beiden Versuchen ziemlich ähnlich. Nur liegt die von Versuch 2 natürlich höher.

Setzt man die in jedem Versuche ausgeschiedene Stickstoffmenge = 100 und berechnet, mit welchen Antheilen sich die einzelnen Perioden an der Bildung dieser Gesammtsumme betheiligen, so ergibt sich folgende Tabelle, in welche ich auch die Procentzahlen des Versuches 3 aufnehme, da ich auf denselben ohnehin gleich zurückkomme.

Tabelle VI.

Periode	1. Versuch 500 Fleisch	2. Versuch 1000 Fleisch	3. Versuch 500 Fleisch
1	8,1	7,5	8,2
2	11,8	11,5	12,1
3	13,6	12,6	14,1
4	13,3	13,0	13,4
5	12,3	12,4	12,4
6	10,5	10,2	10,3
7	7,5	9,8	7,5
8	5,5	7,6	5,3
9	5,0	5,2	4,8
10	4,5	4,1	4,2
11	4,5	3,2	4,1
12	3,3	3,0	3,5

Digitized by Google

Die beiden Stickstoffreihen von Versuch 1 und 2 verhalten sich dabei, wie aus Taf. V Curve 2 ersichtlich, nicht ganz gleich. Im zweiten Versuche sind die Zahlen der ersten bis vierten Periode durchgehends niedriger als die im ersten Versuche; die der siebenten bis neunten Periode liegen bei Versuch 2 höher, während von da ab die Zahlen des ersten Versuches wieder die Oberhand behaupten. Das heisst: die Stickstoffausscheidung ist in Versuch 2 anfänglich nicht proportional der vermehrten Zufuhr gesteigert, sondern in etwas geringerem Grade; ebenso sind die den letzten 6 Stunden angehörigen Zahlen nicht entsprechend der Vermehrung der Gesammtzufuhr erhöht, sondern etwas weniger. Die mittleren Theile der Curve von Versuch 2 dagegen sind durchgehends höher, als der Vermehrung der Zufuhr an Stickstoff entspricht.

Das anfängliche Zurückbleiben kann man sich entweder dadurch erklären, dass der Darm des Hundes nicht im Stande war, von 1000 g Fleisch in der gegebenen Zeit den gleichen Procentsatz wie von 500 g zu resorbiren, oder aber dadurch, dass dieser Procentsatz zwar resorbirt wird, die Zellen jedoch nicht die Fähigkeit haben, die entsprechend höhere Menge so rasch zu zersetzen, wobei ich mich aus gleich zu erwähnenden Gründen für die erstere Möglichkeit erklären möchte.

Das übermässige Anwachsen der Werthe in den mittleren Stunden bei Versuch 2 wird zum Theil wenigstens ein durch das Verhalten der ersten Perioden veranlasster compensirender Vorgang sein. Bei der grösseren Fleischmenge nämlich scheint die Resorption nicht mit der zwölften bis dreizehnten Stunde abgeschlossen zu sein, sondern auch in der siebenten und achten Periode noch anzudauern, weshalb ihre procentischen Stickstoffzahlen, als noch von der Zufuhr beeinflusst, höher sind als bei dem Versuche 1. Das mit der neunten Periode eintretende Absinken unter die Curve des Versuchs 1 erklärt sich ungezwungen durch den aus den späteren Erörterungen hervorgehenden, relativ geringeren Fleischansatz in den ersten 2 Stunden nach Aufnahme von 1000 g Fleisch.

Es wird sich nämlich ergeben, dass die in dieser Zeit zum Ansatze kommenden Mengen meistens proportional sind den gefütterten Fleischmengen, und nur dann relativ kleiner, wenn eine gewisse

Digitized by Google

Grösse der Zufuhr überschritten wird, und zwar wegen der beschränkten Resorptionsfähigkeit des Darmes. Von diesem im Anfange des Versuchstages aufgespeicherten Eiweissvorrathe hängen aber die Stickstoffwerthe der letzten drei Perioden ab. In dieser Zeit ist ja die Resorption wohl unter allen Umständen beendigt, und was zersetzt wird, ist schon mehr oder minder lange Zeit im Körper vorhanden und nur aus irgend welchen Gründen nicht unter die Bedingungen des Zerfalles gerathen.

Ich stelle mir sonach die Stickstoffausscheidungsgrössen der letzten Perioden bis zu einem gewissen Grade unabhängig von der täglichen Eiweisszufuhr vor, dagegen abhängig vom Körperzustande. Die Zufuhr hat nach meinem Dafürhalten nur insofern auf dieselben Einfluss, als sie zur Erzeugung des jeweiligen Körperzustandes nöthig ist, wobei ich unter Körperzustand nicht nur die Summe von Eiweiss und Fett, die in dem Thiere abgelagert ist, verstanden wissen will, sondern auch die jeweilige Zersetzungsfähigkeit der Zellen.

Zieht man des weiteren den Versuch 3 auch noch zum Vergleiche heran, so ist dabei vor allem zu berücksichtigen, dass in demselben das Thier mit der vorgesetzten Nahrung sich nicht im Stickstoffgleichgewicht befunden hat, sondern noch ca. 3^{g} Stickstoff von seinem Körper abgegeben hat.

Dies äussert sich einmal darin, dass die absoluten Stickstoffzahlen durchgehends etwas höher liegen als in dem ersten Versuche mit 500^{g} Fleisch, andererseits darin, dass auch die procentischen Curven in Versuch 1 und 3 nicht vollständig übereinstimmen, wie Fig. 1 auf Taf. VI zeigt. Bis zur fünften Periode liegt die Curve des Versuches 3, in dem kein N-Gleichgewicht vorhanden war, über der anderen, während von der siebenten Periode ab die Curve von Versuch 3 unter die von Versuch 1 sinkt, bis in der zwölften Periode die beiden Curven zusammenfallen.

Es ist bemerkenswerth, dass die procentische Curve des Versuches 3, in welchem das Thier 600^{g} Fleisch zersetzte, im Anfangstheile höher liegt als jene des Versuches 1 mit einer Fleischzersetzung von 500^{g}, während wir doch früher bei dem Vergleiche der Curven von 500 und 1000^{g} Fleisch die der grösseren Fleischzersetzung entsprechende im Anfange tiefer liegend fanden.

Digitized by Google

Die Erklärung für dieses scheinbar abweichende Verhalten und damit die Deutung der ganzen Curve ergibt sich von selbst, wenn wir bedenken, dass bei 1 und 3 die zersetzten Fleischmengen nur wenig differiren, und dass ferner die Resorptionsgrösse in den beiden Versuchen die gleiche war, indem die in 3 mehr zersetzten 100 g Fleisch ja vom Körper abgegeben wurden. Die früher gegebene Erklärung für das auffallende Verhalten des Versuches mit 1000 g Fleisch wird also durch das eben Mitgetheilte nicht beeinträchtigt.

Aus den geringen Verschiedenheiten der procentischen Curven der beiden mit 500 g Fleisch angestellten Versuche lässt sich wohl auch entnehmen, dass die Resorptions- und Zersetzungsvorgänge im Thierkörper mit einer staunenswerthen Regelmässigkeit sich abwickeln.

Gegenüber dem mit 1000 g Fleisch ausgeführten Versuche (Nr. 2) verhält sich der Versuch 3 im Wesentlichen wie der Versuch 1; nur steigt die Curve von 3 im Anfangstheile noch etwas mehr über die von 2 als die des Versuchs 1, was sich aus dem vorher schon Erörterten ohnedies ergibt.

b) Betrachtung der Schwefel- und Phosphorsäureausscheidung.

Neben dem Stickstoff wurde in Versuch 1 der Schwefel, in Versuch 2 sowohl die Phosphorsäure als der Schwefel und in Versuch 3 die Phosphorsäure bestimmt.

Man möchte erwarten, dass die Schwefelausscheidung conform mit dem Stickstoffe verlaufen werde, da beide Elemente ja doch bei Fleischfütterung der Eiweisszersetzung entstammen. Im Allgemeinen tritt nun auch (s. Tab. V) allerdings ganz ebenso wie bei dem Stickstoffe unmittelbar nach der Nahrungsaufnahme ein rasches Ansteigen der Schwefelausscheidung ein; dieselbe erreicht in wenigen Stunden ein Maximum und fällt dann bis zum Ende des Versuchstages langsam wieder ab. Während aber der Stickstoff erst in der dritten, ja bei grösseren Fleischmengen erst in der vierten Periode sein Maximum erreicht, ist die Schwefelausscheidung in beiden Versuchen schon in der zweiten

Digitized by Google

Periode auf ihrem Höhepunkte angelangt; auch sonst zeigen die procentischen Schwefelcurven Abweichungen von den Stickstoffreihen, die eine theilweisse raschere Ausscheidung des Schwefels andeuten.

Tabelle VII.

Procentische Schwefel- und Phosphorsäurezahlen der reinen Fleischversuche.

Periode	1. Versuch 500 Fleisch	2. Versuch 1000 Fleisch		3. Versuch 500 Fleisch
	S	S	P_2O_5	P_2O_5
1	11,9	10,6	13,4	12,0
2	14,3	14,2	16,8	15,0
3	14,5	12,5	14,0	13,7
4	12,4	12,8	13,5	12,0
5	10,4	11,2	11,0	8,7
6	8,2	9,2	9,0	8,0
7	5,7	9,3	7,5	7,3
8	4,3	6,4	5,4	5,7
9	4,9	4,3	4,3	6,7
10	4,7	3,6	3,0	5,3
11	5,4	3,0	1,5	4,0
12	3,2	2,8	0,9	1,7

Vergleichen wir die procentischen Curven des Schwefels aus den beiden Versuchen 1 und 2, so finden wir ein von den Verhältnissen, wie wir sie bei der Stickstoffausscheidung getroffen haben, theilweise verschiedenes Bild (s. Taf. VII Fig. 1). Zwar liegt auch hier die dem Versuche mit 500g Fleisch zugehörende Curve am Anfang und am Ende über jener der Fütterung mit 1000g Fleisch, während die mittleren Curventheile das umgekehrte Verhalten zeigen. Aber schon in der zweiten Periode entsprechen beiden Versuchen gleiche Procentzahlen, und in der vierten bis sechsten Periode liegt die Curve des Versuches mit 1000g Fleisch bereits über der anderen, während beim Stickstoff in dieser Zeit die beiden Curven zusammenfallen; auch im Uebrigen sind die Abweichungen der beiden Curven durchgehends etwas grösser, als wir dies beim Stickstoff beobachteten.

Immerhin wird im Allgemeinen das oben für den Stickstoff Gesagte auch zur Erklärung der beim Schwefel beobachteten Verschiedenheiten herangezogen werden müssen.

Digitized by Google

Ausserdem spielen aber eine Anzahl complicirender Momente mit, deren Wirkung sich vorläufig nicht übersehen lässt. Dahin gehört namentlich, dass ein Theil des Schwefels in die Galle übertritt und damit bis zur schliesslichen Ausscheidung verschiedene Zwischenstufen durchläuft, vielleicht auch, dass eine gewisse Menge desselben, wenn auch jedenfalls nur eine sehr kleine, als schwefelsaures Salz im Fleische enthalten ist.

Noch schwieriger wird uns das Verständniss der Phosphorsäurecurven.

Die absoluten Phosphorsäurezahlen zeigen im Grossen und Ganzen ein analoges Verhalten wie die des Stickstoffes und Schwefels. Die Curven steigen nur, wie erwähnt, rascher an als die des Stickstoffes, erreichen früher ihr Maximum und fallen entsprechend rascher wieder ab. Diese raschere Ausscheidung der Phosphorsäure gegenüber dem Stickstoffe ist aus den procentischen Curven ganz unmittelbar ersichtlich. In den ersten zwei bis drei Perioden liegen nämlich die Phosphorsäurecurven über jenen des Stickstoffes, sinken aber dann weit unter dieselben ab, um höchstens gegen Schluss des Versuchstages sich noch einmal über die Stickstoffcurve zu erheben.

Die procentische Phosphorsäurecurve des Versuches 2 mit 1000 g Fleisch liegt, wie aus Taf. VI Fig. 2 hervorgeht, von Anfang bis zur siebenten Periode incl. über der des Versuches 3, und erst von der achten Periode ab steigt letztere compensirend über erstere und behält diese dominirende Stellung bis zum Schluss des Versuchstages bei.

Man möchte durch die hier gemachten Erfahrungen zu der Annahme verführt werden, dass die Resorption der mit dem Fleische zugeführten phosphorsauren Salze in ganz anderer Weise verläuft als die des Eiweisses, indem ohne ein derartiges abweichendes Verhalten die Verschiedenheit der procentischen Phosphorsäurecurven von 500 und 1000 g Fleisch ein ganz unlösbares Räthsel bleibt. Würde aber von der bei 1000 g Fleisch zugeführten Phosphorsäure gleich anfangs relativ mehr resorbirt, als dem Verhältnisse von 500 : 1000 entspricht, so wäre das übermässige Ansteigen der Phosphorsäurecurve von 1000 g Fleisch verständlich; denn es wird, wie wir später sehen werden, überschüssig zugeführte Phosphorsäure ungemein rasch wieder aus dem Körper entfernt.

Digitized by Google

c) Verhältniss von Schwefel und Phosphorsäure zum Stickstoff.

Ich habe gezeigt, dass die Ausscheidung der verschiedenen mit der Nahrung zugeführten Stoffe durch den Harn nicht gleichmässig erfolgt. Nun sind die Versuche aber bei reiner Fleischfütterung angestellt, und für diesen Fall ist es nach den Untersuchungen von Th. Bischoff und C. Voit[1]) einerseits und E. Bischoff[2]) andererseits möglich, die Grösse der Fleischzersetzung ebensowohl aus dem Schwefel oder der Phosphorsäure wie aus dem Stickstoffe zu berechnen. In der That erhalte ich, wenn ich aus den Summen der an den jeweiligen Versuchstagen ausgeschiedenen Phosphorsäure-, Schwefel- und Stickstoffmengen die Fleischzersetzung berechne, Zahlen, die so weit übereinstimmen, als es bei der Nichtberücksichtigung des Kothes und den sonstigen unvermeidlichen Versuchsfehlern zu erwarten ist.

Sobald wir aber das Verhältniss, in dem der Stickstoff zu dem Schwefel und der Phosphorsäure in der Tagesausscheidung stehen, mit den in den einzelnen Perioden des Versuchstages sich darbietenden Beziehungen der ausgeschiedenen Stoffe vergleichen, machen wir die Erfahrung, dass, was für die Periode von 24 Stunden richtig ist, für kleinere Zeiträume nicht zutrifft.

Diese Beobachtung ist keineswegs neu. Vielmehr hat, wie erwähnt, schon Forster gelegentlich eines zu anderen Zwecken angestellten Versuches am Menschen das Gleiche wahrgenommen, und Zülzer[3]) sowohl diese als eine Anzahl eigener Beobachtungen verwerthet, um eine Reihe von Annahmen darauf zu gründen, welche durch Edlefsen[4]) noch weiter ausgedehnt wurden. Gestützt auf meist fremde, theilweise mit ungenügenden Methoden ausgeführte

1) Th. Bischoff und C. Voit, Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers (1860) S. 279 ff.

2) a. a. O.

3) Dr. W. Zülzer, Ueber das Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff im Urin. Virchow's Archiv f. pathol. Anat. u. Physiol. u. f. klin. Medicin Bd. 66.

4) G. Edlefsen, Ueber das Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff im Urin; ein Beitrag zur Lehre vom Stoffwechsel. Deutsches Archiv f. klin. Medicin Bd. 29 S. 409—480.

Digitized by Google

Versuche, sucht Letzterer durch Rechnung den Umfang der Betheiligung der einzelnen wichtigeren Gewebe des Körpers an dem Gesammtstoffwechsel festzustellen. Es ist hier nicht der Ort, um auf die Details der Abhandlung näher einzugehen und die Berechtigung der darin enthaltenen Annahmen zu untersuchen. Nur die principiellen Bedenken, die sich, wie mir scheint, der Weiterverfolgung der von Zülzer betretenen Bahn entgegenstellen, seien in Kürze erwähnt.

Zülzer will aus der Thatsache, dass Stickstoff und Phosphorsäure zu verschiedenen Tageszeiten sich im Harn in verschiedenen relativen Mengen befinden, Rückschlüsse ziehen auf die wechselnde Betheiligung der verschiedenen Gewebe des thierischen Körpers und speciell auf die verschieden grosse Theilnahme der Nervensubstanz an der Zersetzung.

Er scheint sonach der Annahme zu huldigen, dass die im Thierkörper sich abspielenden Zersetzungen wesentlich an den organisirten Theilen vor sich gehen. Es ist überflüssig, hier nochmals alles das auseinanderzusetzen, was gegen die Annahme, dass wesentlich nur organisirtes Material im Körper zerfällt, spricht, da noch unlängst C. Voit[1]) dies ausführlich gethan hat. Nur so viel will ich hier anführen, dass die ungemein rasche Steigerung der Stickstoffausscheidung nach Eiweisszufuhr nur schwer mit der Abstammung dieses Stickstoffes aus zersetzter organisirter Substanz in Einklang zu bringen ist, was übrigens schon Panum[2]) ausdrücklich hervorgehoben hat.

Findet aber der Stoffwechsel seiner Hauptmasse nach nicht an der organisirten Substanz statt, sondern an dem derselben zugeführten Materiale, so ist auch nicht einzusehen, wie aus Schwankungen im Verhältniss der ausgeschiedenen Stickstoff- und Phosphorsäuremenge auf eine stärkere oder geringere Betheiligung dieses oder jenes Gewebes geschlossen werden kann.

E. Bischoff hat vor allem nachgewiesen, dass das Verhältniss von Stickstoff und Phosphorsäure in erster Linie von der zugeführten Nahrung abhängig ist, die demnach in jedem Falle genau

1) Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. 6 S. 275, S. 300 u. a. a. O.
2) a. a. O.

Digitized by Google

regulirt werden muss. Mittelzahlen für dieses Verhältniss aufzustellen ohne Berücksichtigung der gereichten Nahrung, wie dies Zülzer sowohl für den normalen Menschen als für einzelne krankhafte Zustände gethan hat, ist nicht statthaft, da aus solchen Mittelwerthen für den Einzelfall nicht das Geringste zu entnehmen ist.

Aber auch angenommen, dass das Organisirte das Material für die Zersetzungen liefert, so lassen sich doch die Unterschiede in den Verhältnisszahlen von Stickstoff und Phosphorsäure nicht in dem Sinne von Zülzer deuten, und zwar aus folgenden Gründen. Schon C. Voit[1]) hat angegeben, dass selbst eine erhebliche Aenderung im Umsatze der Nervensubstanz für das Ganze so gut wie nichts ausmache wegen der relativ geringen Menge von Phosphorsäure, die in der gesammten Nervensubstanz enthalten ist. Es lässt sich dies leicht rechnerisch darthun.

Der zu meinen Versuchen benutzte Hund hat ein Gewicht von etwa 25 kg, an dem sich, wenn ich die von E. Voit an einem ziemlich gleich schweren (ca. 28,2 kg) Thiere gefundenen Procentzahlen zu Grunde lege, die einzelnen Organe in folgender Weise betheiligen:

	% des Körpergewichts	absolutes Gewicht
Skelett	10,08	2,52 kg
Blut	6,45	1,61
Muskeln	45,97	11,49
Gehirn und Rückenmark	0,50	0,13
Uebrige Organe	17,35	4,34
Fett und Fettgewebe	19,60	4,90

Das Thier war nun im Stande, mit einer Fleischmenge von 500 g sich ins Stickstoffgleichgewicht zu setzen. Angenommen, es schiede dabei genau 17,0 g Stickstoff aus, so werden dazu die einzelnen Organe voraussichtlich annähernd in demselben Maasse beitragen, als sie sich an dem Gesammtkörpergewichte betheiligen. Dies wird nur für die Knochen und das Fettgewebe nicht zutreffen, die wir zur Vereinfachung als ganz unbetheiligt ansehen wollen.

Unter diesen Voraussetzungen werden zu den 17 g Stickstoff von den verschiedenen Körpertheilen die in der ersten Columne der

1) Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. 6 S. 80.

Digitized by Google

folgenden Tabelle verzeichneten Werthe geliefert. Die zweite Columne enthält dann die Phosphorsäuremenge, die den in 1 verzeichneten Stickstoffmengen für das betreffende Organ entsprechen und natürlicherweise ebenfalls zur Ausscheidung kommen [1]).

a)

Geliefert	Stickstoff	Phosphorsäure	N entspricht frischer Substanz
Vom Blut	1,56	0,06	48,5
Von Muskel u. Organen .	15,33	2,14	446,9
Vom Gehirn u. Rückenmark	0,12	0,05	6,1
	17,0	2,25	$P_2O_5 : N = 1:7,6$

Nun wollen wir die Annahme machen, dass das mit der obigen Fleischmenge im Stickstoffgleichgewicht befindliche Thier 100 g Gehirn, also ungefähr zwei Dritttheile seiner Nervensubstanz, zersetzt und zusehen, welche Aenderung im Verhältniss von Stickstoff und Phosphorsäure dadurch hervorgebracht wird. Was an Stickstoff vom Gehirn mehr ausgeschieden wird, muss, da das Thier im Stickstoffgleichgewicht bleiben soll, von den übrigen Organen weniger abgegeben werden; wir müssen daher von den den Muskeln etc. angehörigen Stickstoff- und Phosphorsäurewerthen entsprechende Mengen in Abzug bringen. 100 g Gehirn enthalten nun nach Forster 1,93 g Stickstoff, demnach um 1,81 g mehr, als wir vorher von der Nervensubstanz stammend annahmen. Vom Muskel werden daher diesmal nur mehr 13,52 g Stickstoff abgegeben, welche 1,8 g Phosphorsäure entsprechen.

---

1) Zur Berechnung habe ich die von Forster gegebenen Zahlen benützt; derselbe fand bei einem voll ernährten Hunde:

100 g frisch	Wasser	Stickstoff	Phosphorsäure
Gehirn .	76,15	1,93	0,83
Muskel .	73,90	3,43	0,48
Blut . .	77,80	3,22	0,13

Forster, Versuche über die Bedeutung der Aschenbestandtheile in der Nahrung Ztschr. f. Biologie Bd. 9 (1873) S. 363.

Digitized by Google

So erhalten wir folgende Tabelle:

b)

Geliefert	Stickstoff	Phosphorsäure	N entspricht frischer Substanz
Vom Blut	1,56	0,06	48,5
Von Muskel u. Organen .	13,52	1,89	394,2
Vom Gehirn u. Rückenmark	1,93	0,58	100,0
	17,0	2,53	$P_2O_5 : N = 1:6,7$

In a) verhält sich die Phosphorsäure zum Stickstoff wie 1 : 7,6, während in b) sich das Verhältniss wie 1 : 6,7 stellt. Die Schwankungen liegen also selbst in diesem extremen Falle, in dem wir 76,9% des ganzen Gehirns und Rückenmarkes im Laufe von 24 Stunden ohne Wiederersatz zu Grunde gehen liessen, noch innerhalb der Breite der normalerweise, bei einem und demselben Thiere, und sorgfältig regulirter Diät vorkommenden Abweichungen der Verhältnisszahlen von Phosphorsäure und Stickstoff. So schwanken nach Zülzer's eigenen Erfahrungen die Phosphorsäuremengen, die beim Hunde bei Fleischfütterung auf 100 Stickstoff treffen, von 11,5 bis 14,2, oder auf 1 P_2O_5 trifft 7,0—8,7 N, und auch in meinen Versuchen mit Fleischfütterung schwankt das Verhältniss von 1 P_2O_5 : N von 6,7 bis 7,5, während es bei Hunger noch weiter herabsinkt.

Aenderungen des Verhältnisses der 24stündigen Stickstoff- und Phosphorsäuremengen werden also für gewöhnlich auf eine Aenderung in der Zusammensetzung der Nahrung zurückgeführt werden müssen. Liefert diese keinen Aufschluss, so kann vielleicht der Knochen mit der grössten Menge von Phosphorsäure zur Erklärung einer Steigerung der Phosphorsäureausscheidung herangezogen werden, wohl nie aber das Nervensystem, das nach einer Schätzung C. Voit's[1]) nur 0,8% der Gesammtphosphorsäure des Körpers enthält.

Man könnte nun glauben, dass vielleicht für kleinere Zeiträume derartige Schlüsse auf die Betheiligung des Nervensystems möglich seien, und dass speciell die zu verschiedenen Tageszeiten thatsächlich vorhandenen Schwankungen des Verhältnisses von Phosphorsäure und

1) Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. 6 S. 80.

Digitized by Google

Stickstoff darauf zurückgeführt werden müssten. Ein derartiger Versuch führt jedoch zu Unmöglichkeiten.

Ich will zur Erläuterung die Zahlen aus meinem Versuche mit 1000g Fleisch nehmen, in dem das Thier 34,7g Stickstoff und 4,64g Phosphorsäure ausschied.

Vertheilt man diese Stickstoffmenge in der oben angegebenen Weise auf die verschiedenen Gewebe, so ergibt sich folgende Tabelle:

Geliefert	Stickstoff	Phosphorsäure	N entspricht frischer Substanz
Vom Blut	3,19	0,13	99,0
Von Muskel u. Organen .	31,30	4,38	912,5
Vom Gehirn u. Rückenmark	0,25	0,11	12,8
	34,74	4,62	$P_2O_5 : N = 1 : 7,5$

Von dieser Gesammtmenge wurden in den ersten 2 Stunden 2,61 N und 0,62 P_2O_5 ausgeschieden, so dass also auf 1 P_2O_5 4,2 N sich im Harn finden. Nach Zülzer müsste somit hier das Gehirn besonders stark am Stoffwechsel betheiligt, die relativ hohe Phosphorsäurezahl durch Zugrundegehen von Gehirnsubstanz bedingt sein.

In der That, vertheile ich den Stickstoff wie oben auf die verschiedenen Gewebe und rechne nach Forster's Angaben die zugehörigen Phosphorsäuremengen, so bleibt die Gesammtsumme an Phosphorsäure hinter der ausgeschiedenen Menge um 0,27g zurück, wie nachstehende Tabelle lehrt.

Geliefert	Stickstoff	Phosphorsäure	N entspricht frischer Substanz
Vom Blut	0,24	0,01	7,4
Von Muskel u. Organen .	2,35	0,33	68,6
Vom Gehirn u. Rückenmark	0,02	0,01	1,0
	2,61	0,35	—

Diese 0,27g Phosphorsäure wären also nach Zülzer auf den gesteigerten Gehirnstoffwechsel zu schieben. Thut man dies und führt sodann die in Folge der gegebenen Stickstoffmenge nöthigen Correcturen an den Stickstoff- und Phosphorsäuremengen des Muskels aus, so ergibt sich Folgendes;

Digitized by Google

Geliefert	Stickstoff	Phosphorsäure	N entspricht frischer Substanz
Vom Blut	0,24	0,01	7,4
Von Muskel u. Organen .	1,72	0,24	50,1
Vom Gehirn u. Rückenmark	0,65	0,29	33,7
Rest . . .	—	0,08	—
	2,61	0,62	—

Es müssten mithin mindestens 25,9% des gesammten Gehirns und Rückenmarkes in den ersten 2 Stunden des Versuchstages zu Grunde gegangen und aus der zugeführten Substanz nicht wieder ersetzt worden sein, wenn wir die Aenderung des Quotienten $P_2O_5:N$ durch den gesteigerten Stoffwechsel der Nervensubstanz erklären wollen. Nebenbei bemerkt, ist dies übrigens auch nicht so ohne weitere Schwierigkeiten möglich, wie das Uebrigbleiben von 0,08 Phosphorsäure in obiger Rechnung zeigt. Bemerkenswerth ist auch das verschiedene Resultat, zu dem die Rechnung führt, je nachdem sie für den ganzen Tag oder die einzelnen Perioden desselben ausgeführt wird. Für den ganzen Tag haben wir ein Zugrundegehen von 12,8g Gehirnsubstanz berechnet, während die Rechnung für die ersten 2 Stunden dieses Tages schon eine Zerstörung von 33,7g ergibt.

Wie sind nun aber die Schwankungen im Verhältniss der ausgeschiedenen Phosphorsäure- und Schwefelmenge zum Stickstoff, wie sie Tabelle VIII für die drei bei reiner Fleischfütterung angestellten Versuche zeigt, zu erklären?

Die Relation der Phosphorsäure zum Stickstoff ist in den beiden zu betrachtenden Versuchen derart gestaltet, dass die Verhältnisszahl zuerst beträchtlich unter dem mittleren Tagesverhältniss ansetzt und allmählich ansteigt, so dass bereits in der dritten resp. vierten Periode das Tagesverhältniss erreicht wird. Weiteres Ansteigen führt die Curve schliesslich zu einem ersten Maximum, das bei 500g Fleisch schon in der fünften Periode, bei 1000g dagegen erst in der achten Periode eintritt. Auf dieses Maximum folgt im erstgenannten Versuche wieder ein beträchtlicher Abfall, der die Curve

Digitized by Google

Tabelle VIII.

Periode	1. Versuch 500 Fleisch	2. Versuch 1000 Fleisch		3. Versuch 500 Fleisch
	1 S : N	1 S : N	1 P_2O_5 : N	1 P_2O_5 : N
1	11,5	11,9	4,2	4,6
2	13,9	13,5	5,1	5,5
3	15,8	16,9	6,7	7,0
4	18,2	17,0	7,4	7,6
5	19,9	18,5	8,4	9,7
6	21,6	18,4	8,4	8,7
7	22,2	17,5	9,7	6,9
8	21,3	19,7	10,6	6,3
9	17,1	20,1	9,0	4,9
10	16,1	19,0	10,1	5,3
11	14,1	17,4	15,7	6,9
12	17,3	17,8	25,7	14,2
im Tag	16,9	16,7	7,5	6,8

in der achten Periode wieder unter die Mittellinie und beinahe bis zu ihrem Ausgangspunkte herabführt; in der zehnten Periode beginnt sodann ein rapides Ansteigen, so dass die schliessliche Verhältnisszahl der zwölften Periode weitaus die höchste der ganzen Reihe darstellt. Im Versuche mit 1000 g Fleisch ist das auf das Maximum folgende Thal nur angedeutet, reicht nicht unter die Mittellinie herab und macht schon in der nächsten Periode einem rapiden Ansteigen Platz.

Zurückzuführen ist dieses Verhalten im Allgemeinen wohl darauf, dass der thierische Organismus die mit der Nahrung einverleibten phosphorsauren Salze oder wenigstens einen Theil derselben, der dann nicht mit den Eiweisssubstanzen in Verbindung gedacht werden müsste, rascher zur Ausscheidung bringt als den Stickstoff. Das schnellere Absinken der Phosphorsäuremengen bedingt sodann die Steigerung der auf 1 Phosphorsäure treffenden Stickstoffwerthe.

Dass das Maximum in dem einen Versuche viel später erreicht wird als in dem anderen, rührt davon her, dass in dem Versuche mit 1000 g Fleisch die Stickstoffcurve sich längere Zeit auf der Höhe hält und langsamer abfällt, während die Phosphorsäure eher rascher abfällt als in dem mit der kleineren Fleischmenge ausgeführten Versuche. Diese Verschiebung der Stickstoffausscheidung auf die späteren Perioden hin ist wohl auch die Ursache, dass das

Digitized by Google

zweite Thal in der der höheren Fleischmenge entsprechenden Curve nur angedeutet ist, während es doch in allen übrigen mir vorliegenden und später noch zu betrachtenden Versuchen deutlich ausgeprägt ist. Dieses zweite Minimum ist dadurch veranlasst, dass bei ziemlich gleichmässig bleibender Stickstoffcurve der anfangs steile Abfall der Phosphorsäurecurve sich von der fünften Periode ab wieder verzögert, ja mitunter selbst eine kleine Steigerung eintritt. Das in den letzten Perioden neuerdings eintretende enorme Ansteigen dagegen ist darauf zurückzuführen, dass hier die Phosphorsäurecurve wieder rasch abfällt, während die Stickstoffzahlen nur mehr wenig sich ändern.

Aehnliche Verschiedenheiten wie bei der Phosphorsäure finden wir auch für den Schwefel, wenn wir seine Beziehungen zum ausgeschiedenen Stickstoff in das Auge fassen; nur bietet das Verständniss der thatsächlichen Verhältnisse noch grössere Schwierigkeiten dar.

Ein Theil des bei der Eiweisszersetzung frei werdenden Schwefels geht ja bekanntlich in die Galle über und gelangt so in den Darm. Die Mengen des diesen Weg einschlagenden Theiles sind gar nicht so unbeträchtlich und betragen bei mässiger Fleischfütterung (500 g) nach den von Spiro[1]) angegebenen Zahlen 16 % der Tageszufuhr an Schwefel, bei Fütterung mit 250 g Fleisch 18,5 % und bei Zufuhr von 949 g Fleisch nur 8,5 %, während im Kothe für gewöhnlich etwa 10 % des mit dem Fleische zugeführten Schwefels ausgeschieden werden. Ferner treten möglicherweise Verschiebungen in der Ausscheidung des Schwefels dadurch ein, dass die Gallenblase am Ende eines Versuchstages, wo der Darm leer ist, nicht leer, vielleicht aber wechselnd gefüllt ist. Nach Spiro tritt mit dem Beginne der Resorption auch die Steigerung der Gallenausscheidung ein, erreicht ebenfalls in der sechsten Stunde nach der Nahrungszufuhr ihr Maximum und fällt dann wieder ab. Der zeitliche Verlauf der Gallensecretion ähnelt also dem der Stickstoffausscheidung nach einmaliger Fleischzufuhr.

---

1) Dr. P. Spiro, Ueber die Gallenbildung beim Hunde. Archiv f. Physiol. von Du Bois-Reymond 1880 Suppl.-Bd. S. 64.

Digitized by Google

Endlich ist noch zu berücksichtigen, dass vielleicht ein Theil des im Fleisch enthaltenen Schwefels schon als schwefelsaures Salz darin enthalten ist, und dass von dem im Harn ausgeschiedenen Schwefel ein Theil und zwar so ziemlich die Hälfte in unoxydirter Form und vielleicht selbst als organische, noch ziemlich complicirt zusammengesetzte Verbindung vorkommt. C. Voit fand bei seinen Versuchen ein Verhältniss des oxydirt und unoxydirt ausgeschiedenen Schwefels bei Fleischfütterung = 1 : 1,21, und Baumann und Herter[1]) fanden das Verhältniss der Aetherschwefelsäure zur Schwefelsäure im normalen Hundeharn nach Fleischfütterung schwankend von 1 : 6,5 bis 1 : 37,4.

Wir finden somit eine ganze Anzahl von Momenten, welche die Ausscheidung des Schwefels durch den Harn zu beeinflussen im Stande sind und damit auch das Verhältniss von Stickstoff und Schwefel in den verschiedenen Tagesperioden berühren. Wie weit dieselben jedoch an der Bildung der schliesslichen Ausscheidungscurven betheiligt sind, und ob nicht noch andere, vorläufig nicht erkennbare Bedingungen darauf Einfluss haben, das scheint bei den verwickelten Verhältnissen und dem spärlich vorliegenden Versuchsmaterial kaum entzifferbar.

d) Vergleich der Resorption im Darm mit der Zersetzung.

Nicht viel klarer gestalten sich die Beziehungen, welche zwischen dem Ablaufe der Resorption im Darmkanale und der Wiederausscheidung der Stoffe bestehen. Aber doch lohnt es sich, das vorhandene Material auszunützen, um wenigstens einige Einblicke in die betreffenden Vorgänge zu bekommen.

Dazu habe ich aus der schon erwähnten Abhandlung von Schmidt-Mülheim umstehende Tabelle zusammengestellt.

Es ist nun wohl kaum daran zu zweifeln, dass bei Wiederholung dieser Resorptionsversuche an verschiedenen Thieren und Variation der Versuchsbedingungen in Bezug auf die Menge der

---

1) E. Baumann und E. Herter, Ueber die Synthese von Aetherschwefelsäure und das Verhalten einiger aromatischer Substanzen im Thierkörper. Ztschr. f. physiol. Chemie Bd. 1 (1877—78) S. 244.

Digitized by Google

Tabelle IX.

Versuchs-nummer	Gewicht des Thieres	Eiweiss gefüttert als Fleisch	Dauer der Resorption	Eiweiss resorbirt	Procent der Zufuhr
1	8,7 kg	61,15	1 Stunde	2,40	3,93
2	8,95	51,01	2 Stunden	18,48	36,23
3	7,2	65,82	4 „	31,19	47,39
4	8,3	64,00	6 „	36,15	56,49
5	7,7	62,01	9 „	46,68	75,28
6	7,35	61,70	12 „	58,51	94,83

Nahrung und die Körpergrösse des Thieres sich auch Differenzen in dem zeitlichen Ablauf der Resorption des Futters herausstellen werden. Doch findet man wenigstens die Zeit, innerhalb welcher das Resorptionsgeschäft zu Ende geführt wird, ziemlich constant, auch bei verschiedenen Thieren und wechselnden Nahrungsmengen. Vorläufig stehen nur die von Schmidt gegebenen Zahlen zur Verfügung, deren Vergleich mit den Verhältnissen der Stickstoff-ausscheidung merkwürdig genug ausfällt. Rechne ich nämlich aus Schmidt's Angaben auf zweistündige Perioden und vergleiche damit die procentische Stickstoffausscheidung, wie ich sie bei dem einen Versuche mit 500 g Fleisch im Stickstoffgleichgewicht gefunden habe, so ergeben sich folgende Werthe:

Tabelle X.

Periode	Von 100 N werden resorbirt	Von 100 N werden ausgeschieden
1	36,2	8,1
2	11,2	11,8
3	9,1	13,6
4	12,5	13,3
5	12,8	12,3
6	13,0	10,5
7	5,2	7,5
8	—	5,5
9	—	5,0
10	—	4,5
11	—	4,5
12	—	3,3

Digitized by Google

Unter den für die Resorption geltenden Zahlen ist die für die siebente Periode nur gerechnet, und die der dritten Periode fällt in auffallender Weise aus der Reihe und ist wohl wahrscheinlich mit einem Fehler behaftet. Berücksichtigt man diese beiden Umstände, so wird mit Schluss der Resorption, der wahrscheinlich in der dreizehnten Stunde erfolgt, die Differenz zwischen der resorbirten Stickstoffmenge und der ausgeschiedenen so ziemlich ebenso gross sein wie die Differenz zwischen den in den ersten 2 Stunden resorbirten und zur Ausscheidung gebrachten Stickstoffmengen. Ist dem so, dann wird in den ersten 2 Stunden von dem hier aus dem Verdauungskanale überschüssig zugeführten Eiweiss ein beträchtlicher Theil, über 1/4 der Tagesmenge, auf irgend eine Weise den Bedingungen des Zerfalles entzogen und im Körper aufgespeichert. In den folgenden Stunden, solange die Resorption dauert, scheint sodann die jeweilig resorbirte Eiweissmenge stets sofort zu zerfallen, so dass mit Abschluss der Resorption, in der dreizehnten Stunde ungefähr, nur mehr der anfänglich aufgespeicherte Vorrath verfügbar ist und nun allmählich ebenfalls in die Bedingungen des Zerfalls hineingezogen wird.

Es liegt nahe, daran zu denken, inwieweit die Verschiedenheiten, welche sich zwischen dem Ablauf der Resorption und der Ausscheidung gezeigt haben, auf die Herstellung des Körperzustandes des Thieres von Einfluss sind, der ja nächst der Zufuhr für die Grösse der Eiweisszersetzung bestimmend wirkt.

Haben z. B. wir einen Hund mit 500g Fleisch im Stickstoffgleichgewicht und erhöhen wir die tägliche Zufuhr von 500 auf 1000g so wird in den ersten Tagen, wie bekannt, nicht sofort die ganze grössere Fleischmenge zersetzt, sondern ein Theil, wenn auch ein relativ geringer, wird zurückgehalten, „zum Ansatze gebracht“. Diese angesetzte Menge wird aber täglich kleiner, und nach wenigen Tagen zersetzt das Thier auch die 1000g Fleisch vollständig im Laufe von 24 Stunden. Diese Verschiedenheit der Grösse der Eiweisszersetzung bei gleicher Zufuhr führt C. Voit bekanntlich auf die Aenderung des Körperzustandes zurück, die durch den anfänglichen Ansatz bedingt ist. Im Stickstoffgleichgewichtszustande wird nun nach meinen Erfahrungen stets ungefähr 1/4 der gefütterten

Digitized by Google

Fleischmenge in den ersten 2 Stunden zum Ansatze gebracht und diese Menge in den letzten 12 Stunden wieder zersetzt. Es frägt sich daher, ob auch dann, wenn das Thier in der ganzen Tagesperiode ansetzt, von der gefütterten Fleischmenge der nämliche Bruchtheil wie im Gleichgewichtszustande in den ersten 2 Stunden aufgespeichert und nur in den letzten Perioden nicht wieder abgegeben wird, oder aber, ob nicht etwa in den ersten 2 Stunden ein grösserer Ansatz zu Stande kommt und die in den letzten Perioden erfolgende Abgabe ebenso gross wie im Gleichgewichte ist. Kurz gesagt, es frägt sich, ob der Ansatz über den ganzen Tag gleichmässig erfolgt, oder ob er nur in einzelnen Perioden und in welchen er stattfindet. Aehnliche Betrachtungen ergeben sich auch für den Fall der Abgabe vom Körper; die Beantwortung aller dieser Fragen muss jedoch weiteren Versuchen überlassen bleiben.

e) Ausscheidung des Wassers.

Die Beziehungen der ausgeschiedenen Stoffe zu der Wassermenge im Harn werden natürlich ganz wesentlich dadurch beeinflusst, dass mit dem Futter stets 200 ccm Wasser gegeben wurden. Dass die Zufuhr von Wasser die Concentration und Menge des abgesonderten Harns wesentlich beeinflusst, ist ja bekannt, wenngleich es noch nicht sicher festgestellt ist, in welcher Weise dies geschieht. Es hat J. Pawlow[1]) neuerdings die Erfahrung gemacht, dass „die auf natürlichem Wege erfolgende Einverleibung grosser Flüssigkeitsmengen in Form von Fleischbrühe keine Erhöhung des Blutdruckes, eher sogar eine Erniedrigung desselben bedingt“. Falck[2]) hat darauf aufmerksam gemacht, dass dieselbe Wassermenge wesentlich verschieden wirkt, je nachdem sie als Wasser oder in Verbindung mit Eiweiss und Salzen, als Fleisch, zugeführt wird. Es ist dies auch leicht verständlich. Das in den Magen eingebrachte Wasser kann sofort und ohne weiteres resorbirt werden, während das im Fleisch enthaltene nur langsam in dem Maasse, als die Verdauung des Fleisches fortschreitet, aufgenommen wird. Dazu ist natürlich eine stete Absonderung von Magensaft noth-

1) Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 20 S. 215.
2) a. a. O.

Digitized by Google

wendig, die also die Wasseraufnahme theilweise paralysirt. In meinen Versuchen macht sich nun die Zufuhr von Wasser als solchem auch durchgehends in den ersten Stunden bedeutend geltend, wie nachstehender Tabelle zu entnehmen ist, welche in ihrer ersten Hälfte die absoluten Wassermengen der drei Versuche für je 2 Stunden enthält, in der zweiten Abtheilung die gleichen Zahlen in Procenten der Tagesausscheidung ausdrückt.

Tabelle XI.

Periode	Absolute Zahlen			Procentische Zahlen		
	1. Versuch 500 Fleisch	2. Versuch 1000 Fleisch	3. Versuch 500 Fleisch	1. Versuch 500 Fleisch	2. Versuch 1000 Fleisch	3. Versuch 500 Fleisch
1	138	118	85	18,8	12,7	14,1
2	103	125	102	14,0	13,4	19,4
3	102	123	92	13,9	13,2	15,3
4	80	124	74	10,9	13,3	12,3
5	70	102	60	9,5	11,0	9,9
6	54	80	48	7,4	8,6	8,0
7	44	76	32	6,0	8,2	5,4
8	28	57	24	3,8	6,1	4,0
9	26	40	23	3,5	4,3	3,8
10	26	31	19	3,5	3,4	3,1
11	38	23	20	5,2	2,5	3,3
12	24	32	24	3,3	3,4	4,0
im Tag	733	931	603	—	—	—

Die Curven sind hier viel weniger gleichmässig, als dies bei den übrigen Stoffen der Fall war. Das Maximum der Ausscheidung liegt einmal in der ersten, zweimal in der zweiten Periode; von da fallen die Zahlen dann stetig ab, nur in den letzten Perioden stellen sich einige schwer verständliche Schwankungen ein.

Das Verhältniss von Stickstoff, Schwefel und Phosphorsäure zu dem Wasser in den Tagesmengen des Harns ändert sich mit den zersetzten Fleischmengen in der Art, dass auf die gleiche Stickstoff-, Schwefel- oder Phosphorsäuremenge bei der grössten zersetzten Fleischmenge stets die geringste Wassermenge und umgekehrt zur Ausscheidung gebracht wird. Diese Erscheinung, die auch für die zweistündigen Perioden sich geltend macht, beruht natürlich darauf, dass die dem Fleische zugesetzten 200 ccm Wasser einen um so grösseren Bruchtheil der gesammten ausgeschiedenen Harnmenge darstellen, je kleiner die gefütterte Fleischmenge war.

Digitized by Google

Man könnte nun vielleicht glauben, dass das Ansteigen der Stickstoffausscheidung in den ersten drei Perioden einfach darauf zurückgeführt werden müsse, dass die grössere Wasserzufuhr eine Steigerung der Eiweisszersetzung oder, wie Salkowski will, eine stärkere Auswaschung von Harnstoff aus den Geweben zur Folge habe. Allein wir wissen, dass die durch Wasserzufuhr allenfalls eintretende Vermehrung der Harnstoffausscheidung stets nur unbedeutender Natur ist, wenn nicht ganz enorme Wassermengen eingeführt werden. Falck hat z. B. in seinen Reihen bei Fütterung durch 500 ccm Wasser nur eine Vermehrung von 0,5 bis 1,0 g Harnstoff erzielt, und bei Hunger nach Einspritzung von 750 ccm Wasser in den Magen in der folgenden Stunde höchstens von 0,5 g Harnstoff. Durch die von mir gegebenen 200 ccm Wasser können somit die beobachteten Steigerungen von 1 bis 2 g Stickstoff gleich 2,1—4,3 g Harnstoff unmöglich hervorgebracht worden sein.

Eher könnte man daran denken, dass die Extractivstoffe bei dieser Steigerung der Stickstoffausscheidung in den ersten Perioden eine Rolle spielen. Ihre Menge beträgt nach C. Voit[1]) ungefähr 7% des Gesammtstickstoffes des Fleisches, und sie könnten daher, vorausgesetzt dass sie früher als das Eiweiss resorbirt und sehr rasch wieder ausgeschieden würden, schon die Steigerung der ersten Perioden, wenigstens theilweise, bedingen. Doch machen die Aenderungen der Stickstoffcurve, die, wie wir später noch sehen werden, bei Zusatz von Fett zu dem gefütterten Fleische eintreten, eine derartige Betheiligung der Extractivstoffe an der Bildung der Stickstoffcurve unwahrscheinlich. Die Ursache der Steigerung liegt wohl in der Erhöhung der Zersetzung durch die vermehrte Zufuhr an Eiweiss. Doch sind wir von dem vollen Verständnisse der beobachteten Erscheinungen noch weit entfernt.

Warum wird z. B. von dem in den ersten 2 Stunden überschüssig vorhandenen Materiale so ziemlich der gleiche Procentsatz immer zersetzt und nicht bei der kleineren Fleischmenge ein grösserer? Warum wird ferner in den ersten 2 Stunden weniger in die Be-

1) Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. 6 S. 20.

Digitized by Google

dingungen des Zerfalles gezogen als in der zweiten Periode? Dieser und einer Anzahl anderer Fragen Beantwortung können erst weitere Untersuchungen bringen.

III. Versuche bei Fütterung mit reinem Fleisch unter Zusatz von Salzen.

Ich habe vorher darauf hingewiesen, dass die Ausscheidungscurven der Phosphorsäure und des Schwefels stets früher ihr Maximum erreichen als die des Stickstoffs, und der Vermuthung Ausdruck gegeben, es möchte an dieser schnelleren Ausscheidung der Umstand Schuld tragen, dass der Schwefel und namentlich der Phosphor theilweise schon in oxydirter Form im Fleische enthalten sind. Um diese Anschauung zu prüfen, führte ich einige Versuche aus, in denen mit einer bestimmten Fleischmenge eine kleine Menge eines sonst ziemlich indifferenten Salzes gereicht wurde. In zwei Versuchen wählte ich als Zusatz Chlornatrium, im dritten dagegen zweibasisch phosphorsaures Natron; im Uebrigen verfuhr ich wie bei den früheren Versuchen.

Dabei machte ich nun eine überraschende Erfahrung. Das Chlornatrium wird, wie aus umstehender Tabelle hervorgeht, nicht rascher, sondern eher langsamer ausgeschieden als der Stickstoff, entgegen den gehegten Erwartungen. Dass ein derartiges Verhalten von den Salzen aber wahrscheinlich auch nur dem Chlornatrium zukömmt, lehrt der dritte Versuch mit PO_4Na_2H, in dem die überschüssige Phosphorsäure in den ersten 10 Stunden bereits vollständig ausgeschieden, und die Phosphorsäuremenge wieder auf das einer Fleischzersetzung von 600^g entsprechende Maass abgesunken ist. Es werden dabei gleich in der ersten Periode ca. 30% des zugeführten Phosphorsäureüberschusses zur Ausscheidung gebracht.

Das beim Kochsalz beobachtete Verhalten muss daher einen ganz bestimmten speciellen Grund haben. Meiner Meinung nach ist derselbe darin zu suchen, dass in den ersten Perioden eben die Verdauung und damit die Absonderung von Magensaft am lebhaftesten ist. Es wäre denkbar, dass der Organismus zu dieser Zeit ein grösseres Bedürfniss nach Kochsalz hat und deshalb das ihm zur Verfügung stehende anfangs zurückbehält und erst mit

Digitized by Google

Tabelle XII.

Periode	1. Versuch 600 Fleisch, 200 Wasser, 5g ClNa				2. Versuch 600 Fleisch, 200 Wasser, 5g ClNa					3. Versuch 600 Fleisch, 200 Wasser, 5g PO_4Na_2H		
	N	P_2O_5	ClNa	Harnmenge	N	P_2O_5	S	ClNa	Harnmenge	N	P_2O_5	Harnmenge
1	1,66	0,26	0,61	50	1,62	0,41	0,138	0,39	82	2,37	0,81	148
2	2,46	0,44	0,86	72	2,82	0,55	0,177	0,72	102	2,41	0,68	83
3	2,82	0,46	0,94	72	3,24	0,48	0,178	0,99	96	3,14	0,70	83
4	2,37	0,36	0,86	56	2,89	0,42	0,145	0,71	78	3,17	0,59	90
5	2,04	0,27	0,71	52	2,64	0,34	0,117	0,63	70	2,71	0,44	66
6	1,98	0,23	0,70	43	2,30	0,25	0,114	0,67	62	2,19	0,27	50
7	1,46	0,16	0,56	34	1,98	0,25	0,103	0,62	62	1,41	0,25	33
8	0,99	0,13	0,38	27	1,63	0,22	0,070	0,45	52	1,07	0,19	27
9	0,88	0,11	0,30	24	0,90	0,15	0,060	0,38	34	0,83	0,16	18
10	0,51	0,07	0,14	14	0,74	0,11	0,053	0,23	30	0,69	0,10	19
11	0,70	0,08	0,19	20	0,86	0,10	0,064	0,27	47	0,69	0,05	23
12	0,65	0,05	0,16	17	0,65	0,06	0,066	0,14	28	0,58	0,04	18
im Tag	18,52	2,63	6,40	481	22,27	3,34	1,285	6,20	743	21,26	4,28	658

dem allmählichen Ablaufe der Resorption der Verdauungsproducte sich des nun eintretenden Ueberschusses wieder entledigt. Ich habe die Salzdosen mit Absicht so nieder gewählt, um die übrigen Ausscheidungsverhältnisse durch ihre Beigabe möglichst wenig zu alteriren; allein weder bei dem Versuche mit Chlornatriumzusatz noch bei phosphorsaurem Natron ist mir die Verwirklichung dieser Absicht völlig gelungen. Vergleichen wir die procentischen Zahlen von Stickstoff, Schwefel und Phosphorsäure der beiden Chlornatriumversuche, wie sie Tabelle XIII enthält, mit denen der früheren Versuche, so werden wir theilweise nicht unbeträchtliche Verschiedenheiten wahrnehmen.

Das phosphorsaure Natron vor allem hat entschieden auch die Stickstoffausscheidung beeinflusst. Es ist nämlich nicht nur die Gesammtausfuhr an Stickstoff gegenüber dem vorausgehenden und nachfolgenden Tage etwas erhöht, was möglicherweise auf eine Verschiedenheit im Stickstoffgehalt des Fleisches zurückgeführt werden kann, sondern auch die Vertheilung dieser Stickstoffmenge ist anders, als dies beispielsweise in dem früher angeführten Versuche, in welchem das Thier bei Fütterung mit 500g Fleisch 600g zersetzte,

Digitized by Google

Tabelle XIII.

Periode	1. Versuch 600 Fleisch, 200 Wasser, 5g ClNa				2. Versuch 600 Fleisch, 200 Wasser, 5g ClNa					3. Versuch 600 Fleisch, 200 Wasser, 5g PO_4Na_2H		
	N	P_2O_5	ClNa	Harnmenge	N	P_2O_5	S	ClNa	Harnmenge	N	P_2O_5	Harnmenge
1	9,0	9,9	9,5	10,4	7,3	12,3	10,7	6,4	11,0	11,1	18,9	22,5
2	13,3	16,7	13,4	15,0	12,7	16,5	13,8	11,6	13,4	11,3	15,9	12,6
3	15,2	17,5	14,7	15,0	14,5	14,4	13,8	16,0	12,8	14,8	16,3	12,6
4	12,8	13,7	13,4	11,6	13,0	12,6	11,3	11,4	10,5	14,9	13,8	13,7
5	11,0	10,2	11,2	10,8	11,8	10,2	9,1	10,1	9,4	12,7	10,3	10,0
6	10,7	8,7	11,0	8,9	10,3	7,5	8,9	10,8	8,1	10,3	6,3	7,6
7	7,9	6,1	8,7	7,1	8,9	7,5	8,0	10,0	8,1	6,6	5,8	5,0
8	5,3	5,3	6,0	5,7	7,3	6,6	5,4	7,3	7,0	5,0	4,4	4,2
9	4,7	4,2	4,6	5,0	4,0	4,5	4,7	6,1	4,6	3,9	3,7	2,7
10	2,7	2,7	2,2	2,9	3,3	3,3	4,1	3,8	4,0	3,2	2,3	2,9
11	3,8	3,0	2,9	4,2	3,9	3,0	5,0	4,4	6,3	3,2	1,2	3,5
12	3,5	2,0	2,4	3,5	2,9	1,8	5,1	2,2	4,7	2,7	0,9	2,7

der Fall war. Die procentische Stickstoffcurve des Versuches mit phosphorsaurem Natron liegt in den ersten sechs Perioden fast durchgehends höher als die des oben erwähnten Versuches, und erst von der siebenten Periode ab greift die Curve des letzteren Versuches über die des ersteren; es wird also unter dem Einflusse des phosphorsauren Salzes in den ersten Tagesperioden mehr Stickstoff als unter sonst gleichen Verhältnissen ausgeschieden.

Die procentischen Ausscheidungscurven des Kochsalzes laufen namentlich im ersten Versuche ziemlich analog dem Stickstoffe; im zweiten Versuche machen sich allerdings einige nicht unbeträchtliche Abweichungen geltend, allein der ganze Charakter der Curve stimmt doch mehr mit dem Stickstoff als der Phosphorsäure überein.

Der Einfluss des Chlornatriums auf die Stickstoffausscheidung ist jedenfalls nur ein sehr unbedeutender gewesen. Mehr tritt diese beschleunigende Wirkung des Chlornatriums bei der Ausscheidung der Phosphorsäure zu Tage, deren procentische Werthe in beiden Chlornatriumversuchen weit über dem Vergleichsversuche mit 500g Fleisch liegen.

Merkwürdig ist nun, dass der Schwefel bei dem Kochsalzversuche sich anders verhält als die Phosphorsäure. Stellen wir die

Digitized by Google

procentische Schwefelcurve des zweiten Kochsalzversuches mit der des Versuches mit 500g Fleisch (1) zusammen, so liegt letztere bis zur fünften Periode über der ersteren; von der sechsten bis neunten Periode ändert sich das Verhältniss zu Gunsten der dem Kochsalzversuche angehörigen Curve; in der neunten bis elften Periode erhält wieder die reine Fleischcurve die Oberhand, um in der zwölften Periode schliesslich nochmals der Kochsalzcurve zu weichen.

Das ganze Verhalten steht vorläufig jedem Erklärungsversuche fremdartig gegenüber, und muss ein besseres Verständniss der Zukunft überlassen bleiben.

Die Verhältnisszahlen zwischen Schwefel und Phosphorsäure zu Stickstoff scheinen im Allgemeinen wenig durch den Salzzusatz beeinflusst worden zu sein.

Tabelle XIV.

Periode	1. Versuch	2. Versuch	
	1 P_2O_5 : N	1 P_2O_5 : N	1 S : N
1	6,4	3,9	11,7
2	5,6	5,1	15,9
3	6,1	6,7	18,2
4	6,6	6,9	19,9
5	7,6	7,8	22,6
6	8,6	9,2	20,2
7	9,1	7,9	19,2
8	7,1	7,4	23,3
9	8,0	6,0	15,0
10	7,3	6,7	14,0
11	8,7	8,6	13,4
12	13,0	10,8	9,8
im Tag	7,0	6,7	17,3

Beim Schwefel ist die Hauptabweichung die, dass sich statt eines Maximums in der siebenten Stunde zwei Gipfel in der fünften und achten Stunde, die durch ein seichtes Thal getrennt sind, gebildet haben. Bei der Phosphorsäure wird das Eintreten des Maximums etwas verzögert, das normal folgende Thal abgeflacht.

Die Wasserausscheidung endlich scheint durch den Kochsalzzusatz nicht erkennbar beeinflusst zu werden, wogegen beim phos-

Digitized by Google

phorsauren Natron allerdings eine Steigerung in den ersten Perioden bemerkbar ist (s. folg. Tabelle).

Tabelle XV.

Periode	1. Versuch 600 Fleisch, 200 Wasser, 5^g ClNa		2. Versuch 600 Fleisch, 200 Wasser, 5^g ClNa			3. Versuch 600 Fleisch, 200 Wasser, 5^g PO_4Na_2H	
	1N : Wasser	$1 P_2O_5$: Wasser	1N : Wasser	$1 P_2O_5$: Wasser	1S : Wasser	1N : Wasser	$1 P_2O_5$: Wasser
1	30	192	51	200	594	62	183
2	29	164	36	185	567	34	122
3	25	157	29	198	534	26	119
4	24	156	27	186	539	28	152
5	25	193	26	206	598	24	150
6	22	187	27	248	544	23	185
7	23	212	31	248	602	23	132
8	27	193	32	236	743	25	142
9	27	218	38	227	580	22	131
10	27	100	40	273	566	27	190
11	29	250	55	470	734	26	460
12	26	340	43	467	424	31	450
im Tag	26	183	33	222	578	31	154

IV. Versuche bei Fütterung mit Fleisch und Fett.

Panum (a. a. O.) hat angegeben, dass die Curven der Harnstoff- und Harnsecretion langsamer ansteigen, wenn den gleichen Fleischmengen noch Fett zugesetzt wird. Nach einer aus 500^g magerem Pferdefleisch und 30^g Fett bestehenden Mahlzeit wurde das Maximum der Secretion erst zwischen der sechsten und achten Stunde erreicht, und die Menge des während der letzten zwölf Stunden der 24 stündigen Periode ausgeschiedenen Harnstoffes war bei Zusatz von Fett zum Fleische grösser, als wenn die gleiche Menge Fleisch ohne Zusatz von Fett verzehrt worden war.

Meine Versuche sind nun in ihrer Einrichtung etwas abweichend von jenen Panum's, und zeigen daher auch die Resultate einige Verschiedenheiten. Ich habe im Verhältniss zum Fleische durchgehends viel grössere Mengen von Fett gefüttert als Panum, indem ich einmal auf 400 Fleisch 150 Speck, ein anderes Mal auf 500 Fleisch 150 Speck und schliesslich auf die gleiche Fleischmenge sogar 200 Speck gab.

Digitized by Google

Die Resultate der drei Versuche enthält nachstehende Tabelle, die uns schon ein wesentlich anderes Bild entrollt, als wir es von den Versuchen mit reinem Fleische her gewohnt sind.

Tabelle XVI.

Periode	1. Versuch 400 Fleisch, 150 Speck, 200 Wasser			2. Versuch 500 Fleisch, 150 Speck, 200 Wasser			3. Versuch 500 Fleisch, 200 Speck, 200 Wasser		
	N	P_2O_5	Harnmenge	N	S	Harnmenge	N	P_2O_5	Harnmenge
1	1,81	0,32	104	1,63	0,122	70	1,39	0,20	168
2	1,79	0,30	98	2,04	0,119	110	1,54	0,34	76
3	1,75	0,24	50	1,96	0,092	70	1,73	0,28	80
4	1,62	0,22	37	1,86	0,083	49	1,64	0,22	68
5	1,64	0,19	34	1,73	0,082	44	1,65	0,20	44
6	1,66	0,21	34	1,67	0,088	37	1,60	0,17	35
7	1,54	0,19	34	1,57	0,092	35	1,58	0,19	34
8	1,36	0,17	30	1,32	0,088	32	1,52	0,13	32
9	1,14	0,17	27	1,21	0,093	29	1,21	0,17	28
10	0,84	0,15	21	0,88	0,053	21	0,93	0,20	23
11	0,74	0,12	19	0,81	0,049	22	0,76	0,10	20
12	0,81	0,09	26	0,74	0,046	40	0,65	0,04	16
im Tag	16,70	2,37	514	17,42	1,007	559	16,20	2,24	624

Die Erhebung der Stickstoffwerthe ist in den Perioden nach der Mahlzeit weit unbedeutender, als dies bei reiner Fleischfütterung der Fall gewesen; ebenso verhalten sich die Schwefelcurven, während die Ausscheidung der Phosphorsäure noch mehr oder minder in ähnlicher Weise wie bei ausschliesslicher Fleischzufuhr erfolgt.

Sehr klar tritt dies hervor, wenn wir die procentischen Zahlen ins Auge fassen und dieselben, wie sie in Tabelle XVII zusammengefasst sind, vergleichen mit den früher für reine Fleischfütterung gegebenen Werthen (s. auch Taf. VII Fig. 2).

Am ausgesprochensten zeigt sich die Fettwirkung in dem Versuche mit 400g Fleisch und 150g Speck.

Dabei steigt die Stickstoffausscheidung in der ersten Periode merkwürdigerweise auf einen höheren Werth an als bei den früheren Versuchen mit 500g Fleisch, und zwar nicht etwa nur procentisch, sondern auch absolut. Allein von da ab gibt es dann keine weitere Steigerung mehr, sondern die Stickstoffwerthe fallen

Digitized by Google

Tabelle XVII.

Periode	1. Versuch 400 Fleisch, 150 Speck, 200 Wasser			2. Versuch 500 Fleisch, 150 Speck, 200 Wasser			3. Versuch 500 Fleisch, 200 Speck, 200 Wasser		
	N	P_2O_5	Harnmenge	N	S	Harnmenge	N	P_2O_5	Harnmenge
1	10,8	13,5	20,2	9,4	12,1	12,5	8,6	8,9	26,9
2	10,7	12,7	19,1	11,7	11,8	19,7	9,5	15,2	12,2
3	10,5	10,1	9,7	11,2	9,1	12,5	10,7	12,5	12,8
4	9,7	9,3	7,2	10,7	8,2	8,8	10,1	9,8	10,9
5	9,8	8,0	6,6	9,9	8,1	7,9	10,2	8,9	7,0
6	9,9	8,9	6,6	9,6	8,7	6,6	9,9	7,6	5,6
7	9,2	8,0	6,6	9,0	9,1	6,3	9,7	8,5	5,4
8	8,1	7,2	5,8	7,6	8,7	5,7	9,4	5,8	5,1
9	6,8	7,2	5,2	6,9	9,2	5,2	7,5	7,6	4,5
10	5,0	6,3	4,1	5,0	5,3	3,8	5,7	8,9	3,7
11	4,4	5,1	3,7	4,6	4,9	3,9	4,7	4,5	3,2
12	4,8	3,8	5,1	4,2	4,6	7,2	4,0	1,8	2,6

stetig ab bis zum Schluss des Versuchstages. Das Maximum der Ausscheidung liegt also hier schon in der ersten Periode, während es bei reiner Fleischfütterung für den Stickstoff erst in der dritten Periode sich einstellte. Das Maximum liegt sodann auch viel tiefer, wohingegen die Curve sich bis zur sechsten Periode nahezu auf gleicher Höhe hält, hier die Fleischcurve schneidet und nun bis zum Schluss des Versuchstages über derselben bleibt, also viel langsamer abfällt.

Ganz ähnlich verhält sich in diesem Versuche die Phosphorsäureausscheidung (s. Taf. VIII Fig. 1).

Es ist nun eine merkwürdige Thatsache, dass diese nivellirende Wirkung des Fettes abhängig scheint sowohl von der absoluten Grösse der Fleischzufuhr als auch von der absoluten Grösse der Fettzufuhr und dem Verhältnisse beider Grössen zu einander. Soweit es aus dem vorhandenen Materiale sich übersehen lässt, scheint das Verhalten etwa nachfolgendes zu sein.

Je grösser die gefütterte Fettmenge im Verhältniss zur gereichten Fleischmenge ist, desto gleichmässiger erscheint die Stickstoffausscheidung in den verschiedenen Tagesperioden sich zu gestalten. In dem beschriebenen Versuche verhält sich das Fett zum Fleisch wie 1 : 2,66. Erhöhen wir nun die Fleischmenge, während

Digitized by Google

dieselbe Menge Fett gereicht wird, so machen sich sofort in verschiedener Beziehung Aenderungen bemerkbar, welche auch die Fig. 2 auf Taf. VII angibt.

Zwar ist auch hier der Einfluss des Fettes nicht zu verkennen; denn die ganze Erhebung der Fleischcurve von der dritten bis sechsten Periode fehlt vollständig, während von da ab die Fettcurve über der Fleischcurve sich hält und zwar bis Schluss des Versuchstages. Allein der Höhepunkt der Curve liegt nicht in der ersten, sondern in der zweiten Periode, der Stickstoffwerth der ersten Periode ist nicht nur procentisch, sondern auch absolut niedriger als jener des früher betrachteten Versuches, und der Abfall der Curve, wenn auch bedeutend langsamer als jener der Fleischcurve, ist doch etwas steiler als beim ersterwähnten Fettversuche. Die Vermehrung der Fleischmenge und die dadurch hervorgebrachte Aenderung des Verhältnisses von Fleisch und Fett in der Nahrung hat also die Curve mehr der bei Fütterung mit reinem Fleisch auftretenden Form genähert. Trotzdem ist dieser Versuch vollkommen geeignet, uns die Einwirkung des Fettes auf die Stickstoffausscheidung zu zeigen.

Das Thier befand sich im Stickstoffgleichgewicht und schied 17,4 g Stickstoff aus, dieselbe Menge wie bei dem früheren Versuche mit 500 g Fleisch und 200 Wasser, der sonach ein directes Vergleichsobject bietet.

Auch bei diesem zweiten Fettversuche liegt der Stickstoffwerth der ersten Periode höher als in dem correspondirenden Fleischversuche, eine vorläufig nicht verständliche Erscheinung.

Neben dem Stickstoff habe ich hier noch den Schwefel bestimmt, dessen Ausscheidung durch das Fett ganz ebenso wie der Stickstoff beeinflusst wird, anscheinend sogar in noch höherem Grade (vgl. Taf. VIII Fig. 2).

Von dem in die erste Periode fallenden Maximum an sinken die Procentzahlen des Schwefels bis zur sechsten Periode rasch ab; die Curve erhebt sich von da an wieder, schneidet in der sechsten Periode die Fleischcurve, bleibt bis zur neunten Periode ziemlich auf gleicher Höhe, um dann abermals abzufallen. Die Differenz der Schwefelcurven bei reiner Fleischfütterung einerseits und Fleisch-

Digitized by Google

fütterung mit Zusatz von Fett andererseits ist demnach grösser, als wir dies beim Stickstoff beobachteten.

Im dritten Versuche habe ich zu 500g Fleisch 200g Speck zugegeben, das Verhältniss von Fleisch und Fett also zu Gunsten des Fettes geändert, was sich auch sofort in der Form der Stickstoffcurve ausdrückt (s. Taf. VII Fig. 2).

Procentisch ist auch hier die Stickstoffausscheidung der ersten Periode höher als bei der Fleischcurve, nicht aber absolut. Das Maximum liegt erst in der dritten Periode, und sowohl procentisch als absolut tiefer als die Maximalwerthe der Stickstoffcurven der übrigen Fettversuche, von der Fleischcurve gar nicht zu reden. In der ersten Hälfte ist sonach, entsprechend dem höchsten relativen Fettgehalte der Nahrung, der Gesammtbestand der procentischen Curven des dritten Fettversuches und des entsprechenden Fleischversuches grösser als bei den übrigen Fettversuchen. In der sechsten Periode sodann schneidet auch diese dritte Curve wieder jene des Fleischversuches und bleibt nun bis zum Schlusse über derselben liegen, als die höchste der Fettcurven.

Ist somit für den Stickstoff alles leidlich glatt, so zeigt die im dritten Versuche noch bestimmte Phosphorsäure ein ganz absonderliches Verhalten (s. Taf. VIII Fig. 1).

Schon wenn man die absoluten Zahlen des ersten und dritten Fettversuches, in denen die Gesammtmenge der ausgeschiedenen Phosphorsäure ziemlich die gleiche war, zusammenhält, bemerken wir bei letzterem eine ganz andere Configuration. Die Curve hat entschieden mehr den Charakter, wie wir ihn bei Fleischfütterung kennen gelernt haben. Rasches Ansteigen zu einem Maximum in der zweiten Periode, dann wiederum ein rascher Abfall, der erst später sich etwas verzögert, sind die in die Augen springenden Merkmale der dritten Reihe, die uns auch bei Betrachtung der procentischen Zahlen sofort auffallen und mit dem Verhalten der Stickstoffcurve arg contrastiren, ohne vorläufig eine Erklärung zuzulassen.

Es wäre nun von höchstem Interesse, auch hier bei den Fettversuchen eine Vergleichung der in den einzelnen Perioden aus dem Darme resorbirten und der im Harn ausgeschiedenen Stick-

Digitized by Google

stoffmengen durchzuführen. Doch fehlen uns dazu die nöthigen Grundlagen völlig; denn wie die Resorption sich bei Fettzugabe zeitlich gestaltet, darüber besitzen wir keine Anhaltspunkte.

Zwar hat Rubner[1]) am Menschen gefunden, dass Fettzusatz zur Fleischkost die procentische und absolute Resorption von Eiweiss nicht vermindert, vielmehr eher begünstigt; allein es frägt sich eben doch, ob man diese am Menschen gewonnenen Resultate ohne weiteres auf den Fleischfresser übertragen darf. Auch halte ich es für sehr zweifelhaft, ob das Gleichbleiben der Gesammtausnützung nothwendig einen gleichen zeitlichen Ablauf der Resorption zur Folge hat, worauf es ja ankommen würde. Es ist sogar nicht unmöglich, dass das Resorptionsgeschäft bei Fettzufuhr längere Zeit in Anspruch nimmt. Ich habe wenigstens bei Versuchen, die ich gelegentlich über die Resorption von Fett anstellte, etwas Derartiges gesehen. Doch wird vielleicht gleichzeitig gereichtes Eiweiss davon nicht betroffen.

Die durch Fettzusatz bedingte Aenderung der Stickstoffausscheidung ist jedoch wohl kaum von Aenderungen der Resorptionsthätigkeit bedingt, sondern findet ihren Grund vielmehr in der geänderten Zersetzungsthätigkeit der Zellen.

Während nämlich in dem Versuche mit 500g Fleisch in den ersten sieben Perioden ziemlich 78 % des gesammten Stickstoffes zur Ausscheidung gebracht wurden, sind bei den drei Fettversuchen in der gleichen Zeit nur 69—71 % im Harn erschienen, also im Mittel um ca. 8 % weniger, die erst in den weiter folgenden Perioden in den Harn übertraten.

Wollte man zur Erklärung dieser Zahlen eine Verlangsamung der Resorption im Darme heranziehen, so müsste man annehmen, dass während der ganzen Zeit, in welcher sonst die Resorption abläuft, stets weniger resorbirt wird als gewöhnlich, und dieses Zurückbleiben in der zweiten Tageshälfte dann ausgeglichen wird. Abgesehen davon, dass wir für die Annahme einer längeren Resorptionsdauer keinerlei experimentellen Anhaltspunkt haben, scheint mir auch die Form der Stickstoffcurve einem derartigen Erklärungs-

1) Ztschr. f. Biologie Bd. 15 (1879) S. 179.

Digitized by Google

versuche Schwierigkeiten entgegenzustellen, wenn man sich nicht zu der kaum plausiblen Annahme versteigen will, dass die Resorption sich über den ganzen Rest des Versuchstages ausdehnt.

Die procentischen Curven der Fettversuche bleiben nämlich von der sechsten Periode ab ständig über der Fleischcurve, also auch in den letzten drei Perioden, die, wie ich für die Fleischcurve darthat, jedenfalls nicht mehr direct von der Zufuhr beeinflusst sind. Eine Ausdehnung der Resorption über die 18. Stunde ist nach vielen Erfahrungen bei Fütterungsversuchen auch bei Fettzugabe kaum wahrscheinlich. Sobald dieselbe beendigt ist, müssten die Fettcurven mit den bei Fleischfütterung gewonnenen zusammenfallen, wenn ihre veränderte Gestalt nur auf Verlangsamung der Resorption zurückgeführt werden dürfte. Da sie dies aber nicht thun, sondern auch in den vom Körperzustand abhängigen letzten Perioden über der Fleischcurve liegen, so scheint mir das anfängliche Zurückbleiben in der Weise gedeutet werden zu müssen, dass von dem disponiblen Eiweiss unter dem Einflusse der Fettzugabe mehr angesetzt wird als bei gleich grosser Fütterung mit reinem Fleisch. Zweckmässig angestellte Resorptionsversuche müssen die Richtigkeit der eben gegebenen Darstellungen prüfen.

Mag aber die Entscheidung nach dieser oder jener Richtung fallen, so bleibt es immer von hoher Bedeutung, dass der Zusatz von Fett die Eiweisszersetzung gleichmässiger über den ganzen Tag vertheilt. Es lässt sich dadurch möglicherweisse die eiweissersparende Wirkung des Fettes erklären, und die Wichtigkeit der Fette für die Ernährung überhaupt und namentlich arbeitender Individuen steht wohl zweifellos damit in Zusammenhang.

Auch auf das Verhältniss, in welchem Phosphorsäure und Schwefel zum Stickstoff im Harn stehen, übt der Fettzusatz einen bestimmten Einfluss aus. Im Tagesverhältniss wird zwar dadurch keine Aenderung hervorgerufen, denn die gefundenen Zahlen liegen vollständig innerhalb der auch bei Fleischfütterung vorkommenden Schwankungen. Auch in den einzelnen Perioden zeigen die Curven im Grossen und Ganzen ein ähnliches Verhalten wie bei Fleischfütterung (s. Tab. XVIII).

Digitized by Google

Tabelle XVIII.

Periode	1. Versuch	2. Versuch	3. Versuch
	$1 P_2O_5 : N$	$1 S : N$	$1 P_2O_5 : N$
1	5,7	13,4	7,0
2	6,0	17,1	4,5
3	7,3	21,3	6,2
4	7,4	22,4	7,4
5	8,6	21,1	8,3
6	7,9	19,0	9,4
7	8,1	17,1	8,3
8	8,0	15,0	11,7
9	6,7	13,0	7,1
10	5,6	16,6	4,6
11	6,2	16,5	7,6
12	9,0	16,1	16,2
im Tag	7,0	17,3	7,2

Die Werthe liegen bei der Phosphorsäure anfangs unter der Mittellinie und erheben sich gegen die Mitte des Versuchstages zu einem ersten Maximum; von da ab fallen sie allmählich wieder unter die Mittellinie, um am Beginn des letzten Drittels des Versuchstages nochmals ein tiefes Thal zu bilden; zum Schluss erheben sie sich wieder über die Mittellinie mit einer meist sehr bedeutenden Steigerung. Gegenüber der Fleischcurve sind die Maxima und Minima theilweise verschoben, doch bestehen zwischen den beiden Fettversuchen selbst ähnliche Differenzen.

Die Grösse der Abweichungen von der Mittellinie ist unter dem Einfluss des Fettes nicht kleiner als bei reiner Fleischfütterung. Es ist daher ebenfalls unmöglich, zur Erklärung derselben eine wechselnde Betheiligung des Gehirnes am Stoffwechsel anzunehmen.

Für den Schwefel ist das Verhalten ganz ähnlich. Die allgemeine Form der Curve ist die gleiche wie bei Fleischfütterung: die Maxima und Minima wiederum verschoben. Auch hier sind die Differenzen bei den einzelnen Perioden gegenüber dem mittleren Tagesverhältnisse ebenso gross wie bei Fleischfütterung.

Die Wasserausscheidung endlich und die Beziehungen, in denen die im Harn gelösten Stoffe zu dem Wasser stehen, bieten im Allgemeinen wenig Interesse.

Digitized by Google

Nach den oben angeführten procentischen Zahlen scheint es, als ob in den ersten drei Perioden der Fettversuche mehr Wasser zur Ausscheidung gebracht würde, als bei reiner Fleischfütterung geschieht. Doch sind die Differenzen keinesfalls erheblicher Natur.

Auch in dem Verhältniss von Phosphorsäure, Schwefel und Stickstoff zum Wasser geben sich keine constanten Verschiedenheiten von den bei reiner Fleischfütterung erhaltenen Zahlen zu erkennen, wie aus folgender Tabelle zu entnehmen ist.

Tabelle XIX.

Periode	1. Versuch 400 Fleisch, 150 Speck, 200 Wasser		2. Versuch 500 Fleisch, 150 Speck, 200 Wasser		3. Versuch 500 Fleisch, 200 Speck, 200 Wasser	
	1 N : Wasser	1 P_2O_5 : Wasser	1 N : Wasser	1 S : Wasser	1 N : Wasser	1 P_2O_5 : Wasser
1	57	325	43	574	121	840
2	55	327	54	924	49	229
3	29	208	36	761	46	286
4	23	168	26	598	41	309
5	21	179	25	500	27	220
6	20	162	22	420	22	206
7	22	179	22	380	21	179
8	22	176	24	364	21	246
9	24	159	24	312	23	165
10	25	120	24	396	25	115
11	26	158	27	449	26	200
12	32	289	54	870	25	400
im Tag	31	217	32	555	38	279

Damit ist das mir vorläufig zur Verfügung stehende Versuchsmaterial erschöpft, und ich habe nur noch hinzuzufügen, dass ich die darin enthaltenen Lücken recht wohl kenne. Ein neuer Angriff auf ein bisher wenig bebautes Gebiet wird zuerst stets nur die Mangelhaftigkeit unserer Kenntnisse fühlbar machen, eben damit aber auch Veranlassung zu einer Reihe von weiteren Untersuchungen geben.

Nicht nur die Ausscheidung des Stickstoffes bei Zufuhr von Fleisch und Kohlehydraten muss noch in Betracht gezogen werden, sondern insbesondere verdient die zeitliche Ausscheidung der gas-

Digitized by Google

förmigen Producte unter verschiedenen Nahrungsverhältnissen eine genaue Verfolgung. Ein dringendes Bedürfniss sind ferner Resorptionsversuche in grösserer Zahl und bei verschiedener Nahrungszufuhr.

Ich bin mit der experimentellen Behandlung dieser Fragen beschäftigt und hoffe in nicht allzulanger Zeit der vorliegenden Mittheilung weitere folgen lassen zu können.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Spectralregionen.

A 75 a 50 B 22 C 15 55 D 19 54 87 E 8 26 45 63 80 F 10 21 32 44 65 88 G

100 98 96 94 92 90 88 86 84 82 80 78 76 74 72 70 68 66 64 62 60 58 56 54 52 50 48 46 44 42 40 38 36 34 32 30 28 26 24 22 20 18 16

Kuhblut.

α Lichtstärke des Absorptions-Spectrums der Blutlösung.

β Lichtstärke des Absorptions-Spectrums der Blutkörperchen.

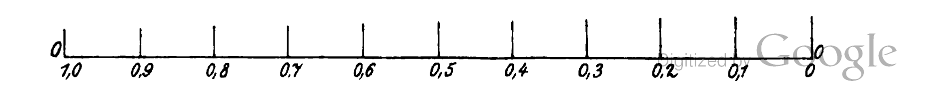
(100 fache Verdünnung.)

Uebrig bleibende Lichtmengen in Procenten.

α

β

α



Digitized by Google

Digitized by Google

Spectralregionen.

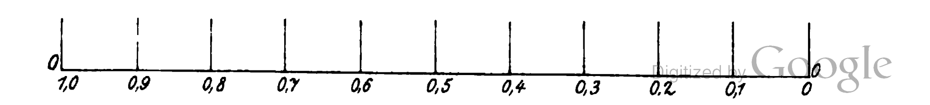
A 75 a 50 B 22 C 15 55 D 19 54 87 E 8 26 45 63 80 F 10 - 21 32 44 65 88 G

Exstinctionscoefficienten.

a' u. a'' Kuh.

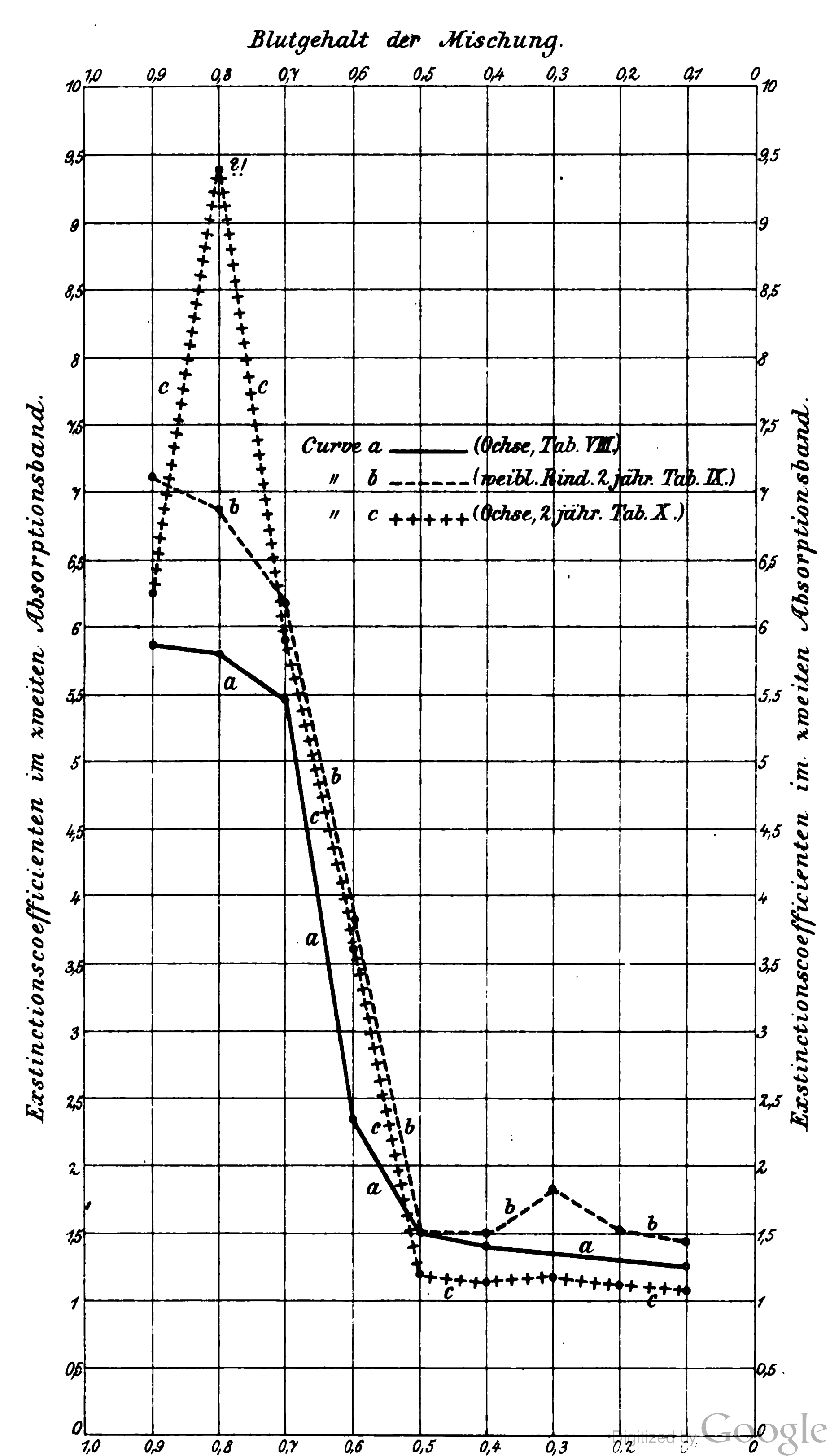
b' u. b'' 2 jähr. Rind.

c' u. c'' 1¼ jähr. Ferse.



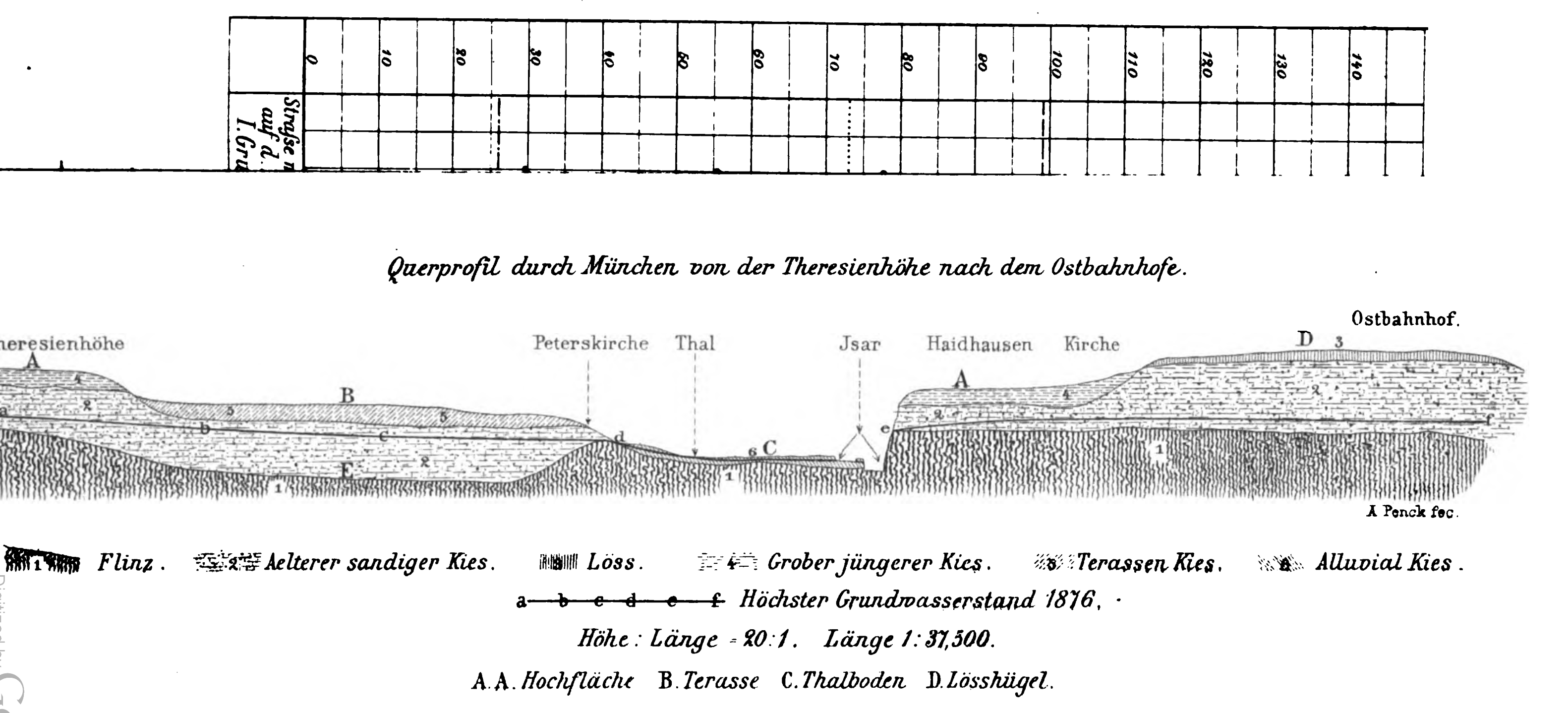
Digitized by Google

Digitized by Google



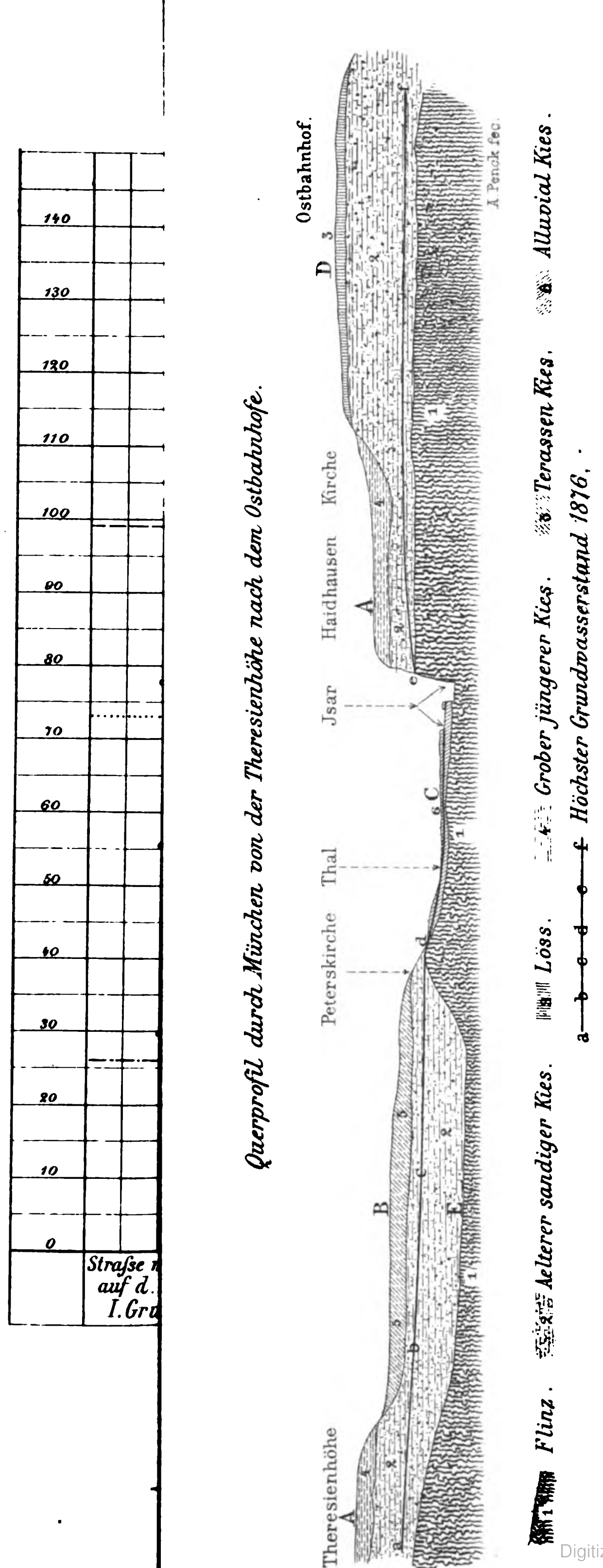
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google



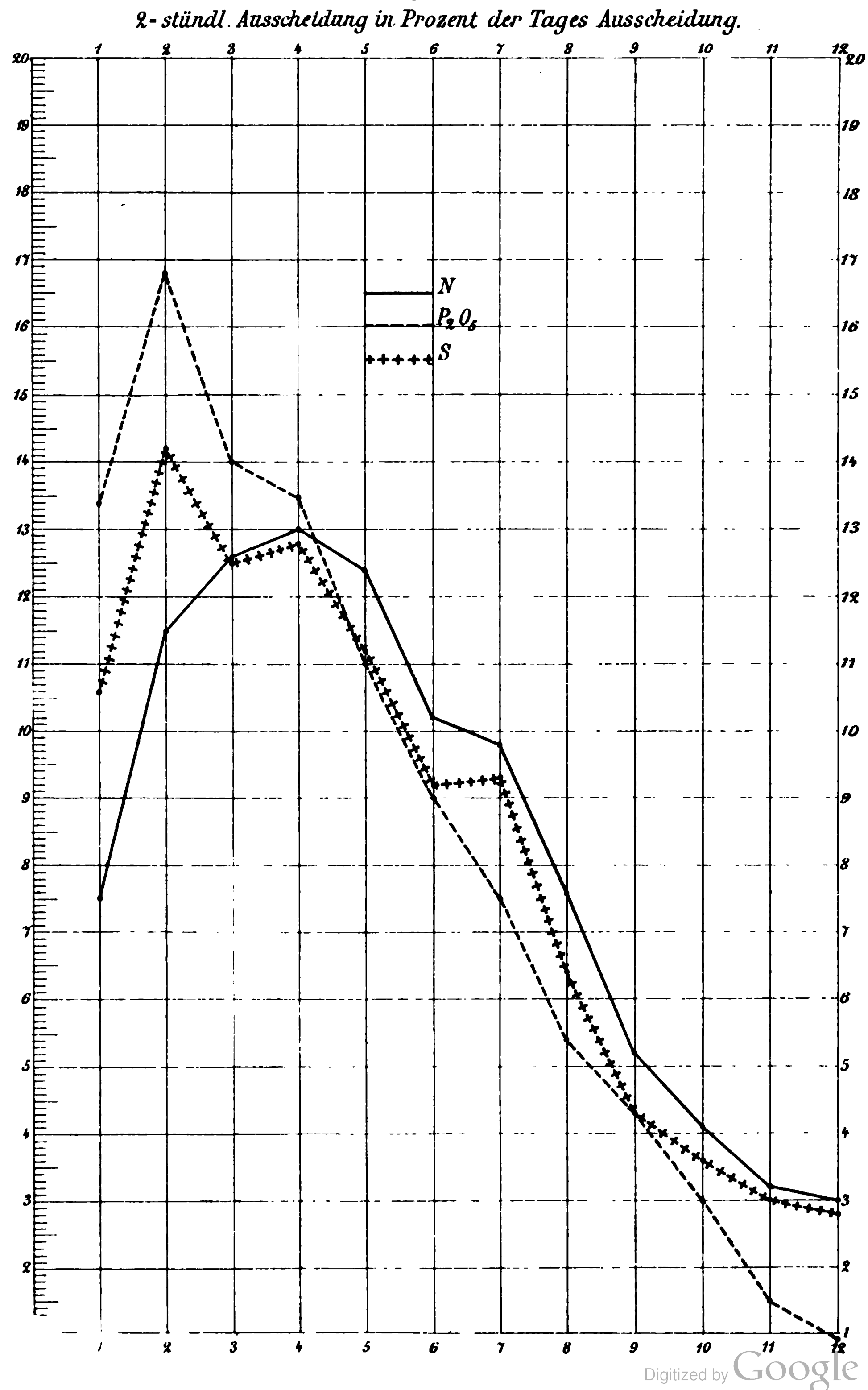
Digitized by Google

Digitized by Google

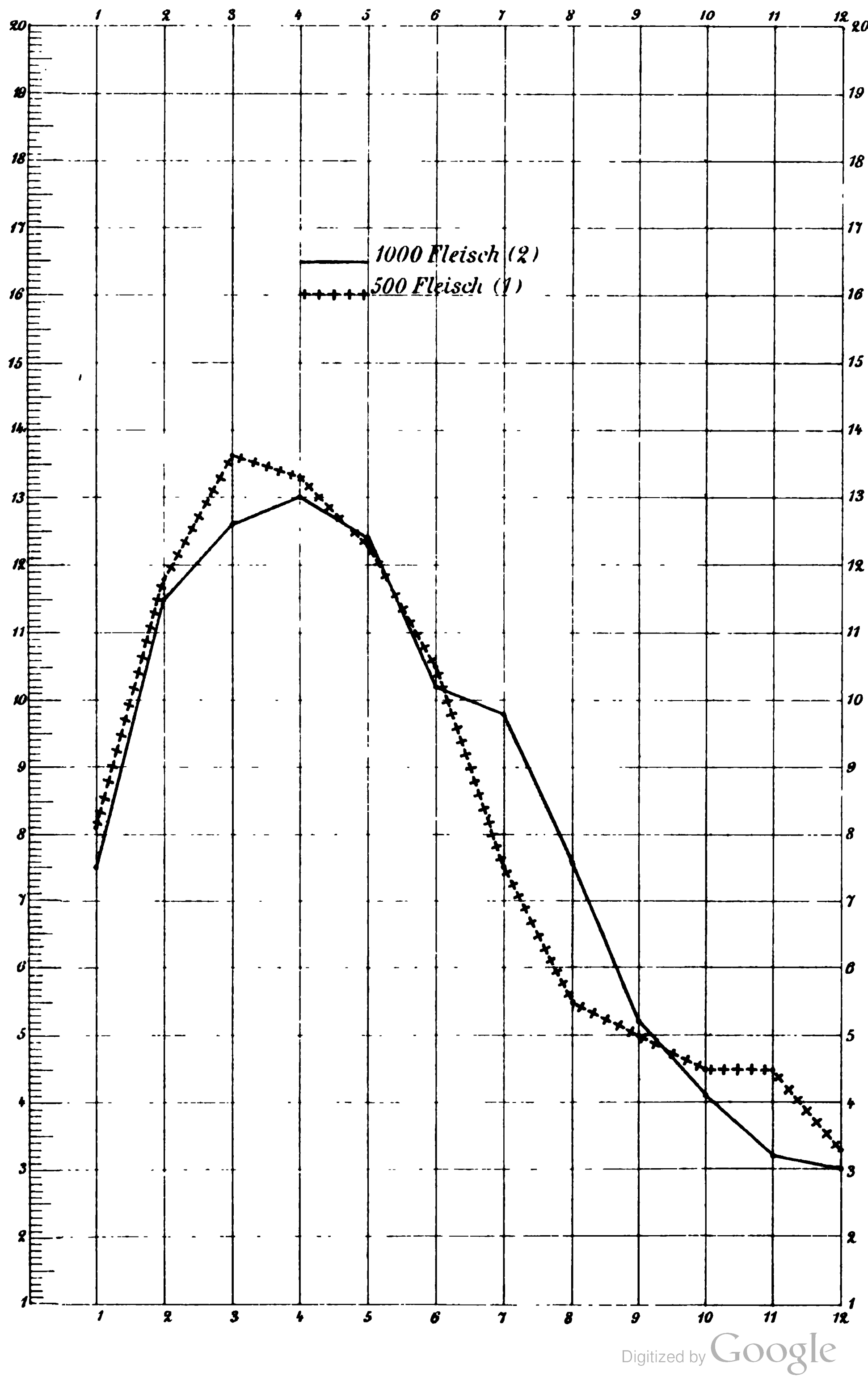
Digitized by Google

I. *Versuch mit 1000 gr Fleisch., 200 Wasser.*

2-stündl. Ausscheidung in Prozent der Tages Ausscheidung.



II. *Vergleich der % N-Curven des Versuches mit 500 Fleisch u. 200 Wasser (1) und des Versuches mit 1000 Fleisch und 200 Wasser (2)*

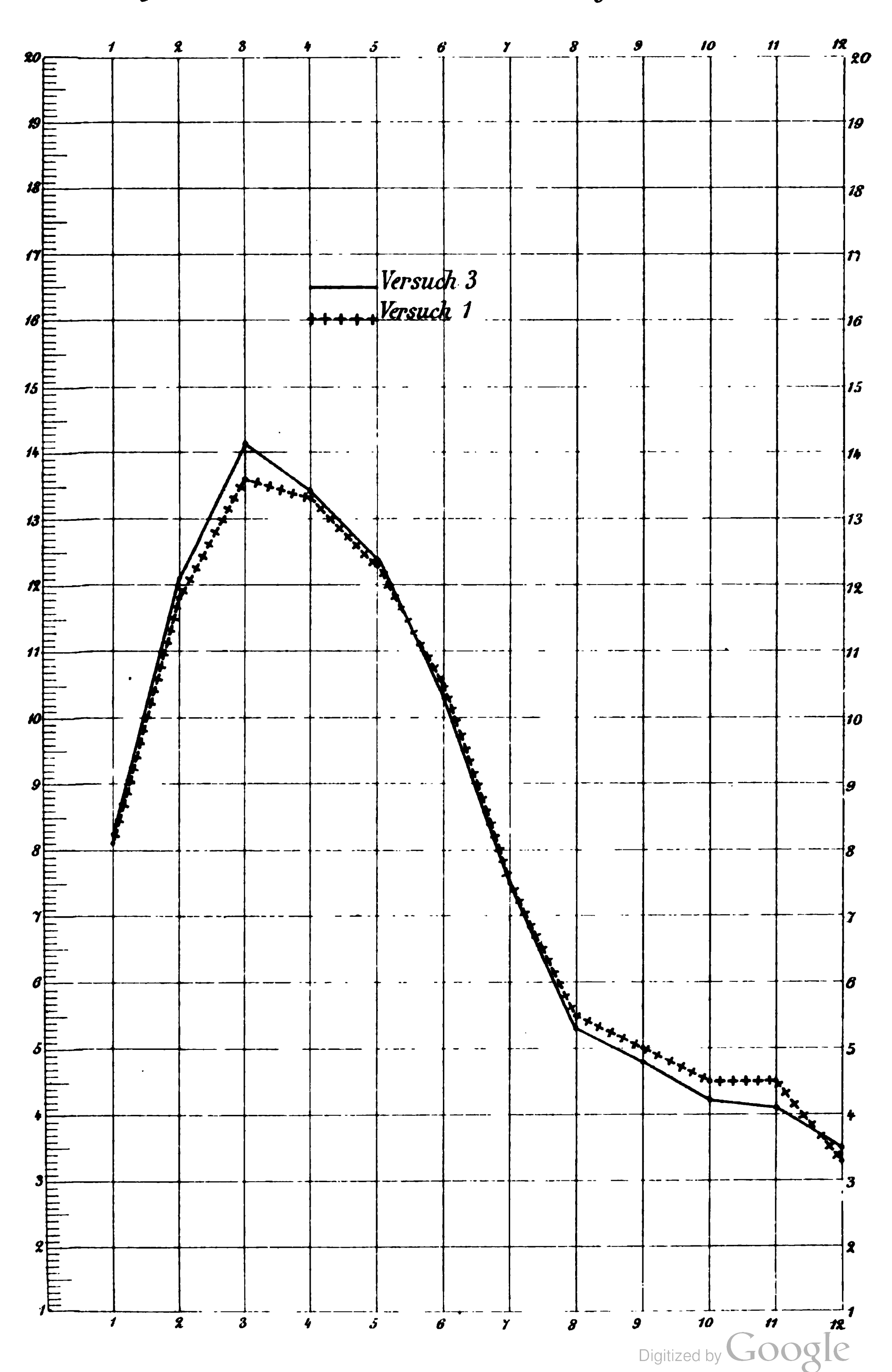


Digitized by Google

Digitized by Google

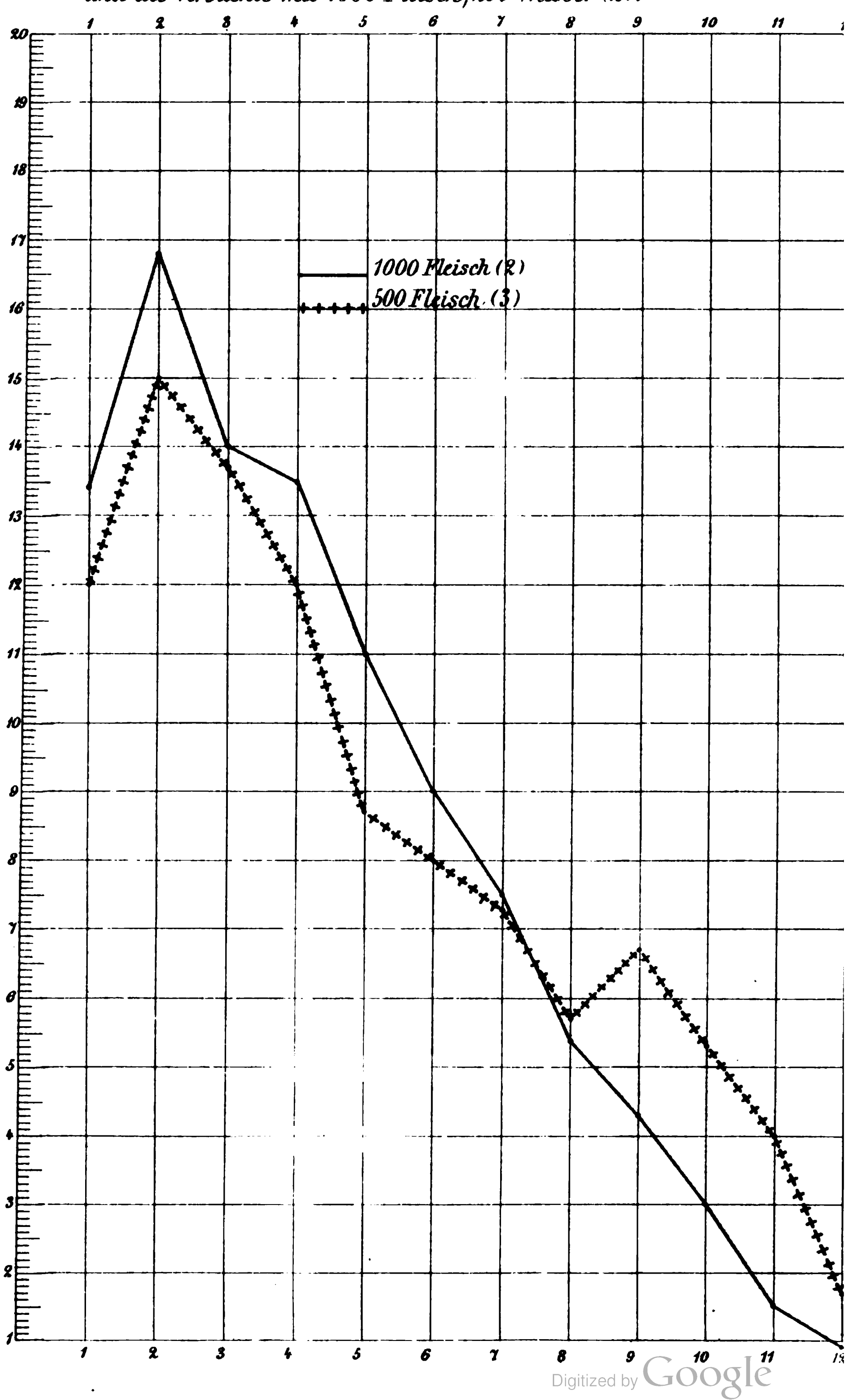
Digitized by Google

I. *Vergleich der % N-Curven der Versuche mit 500gr Fleisch u. 200 Wasser.*



Digitized by Google

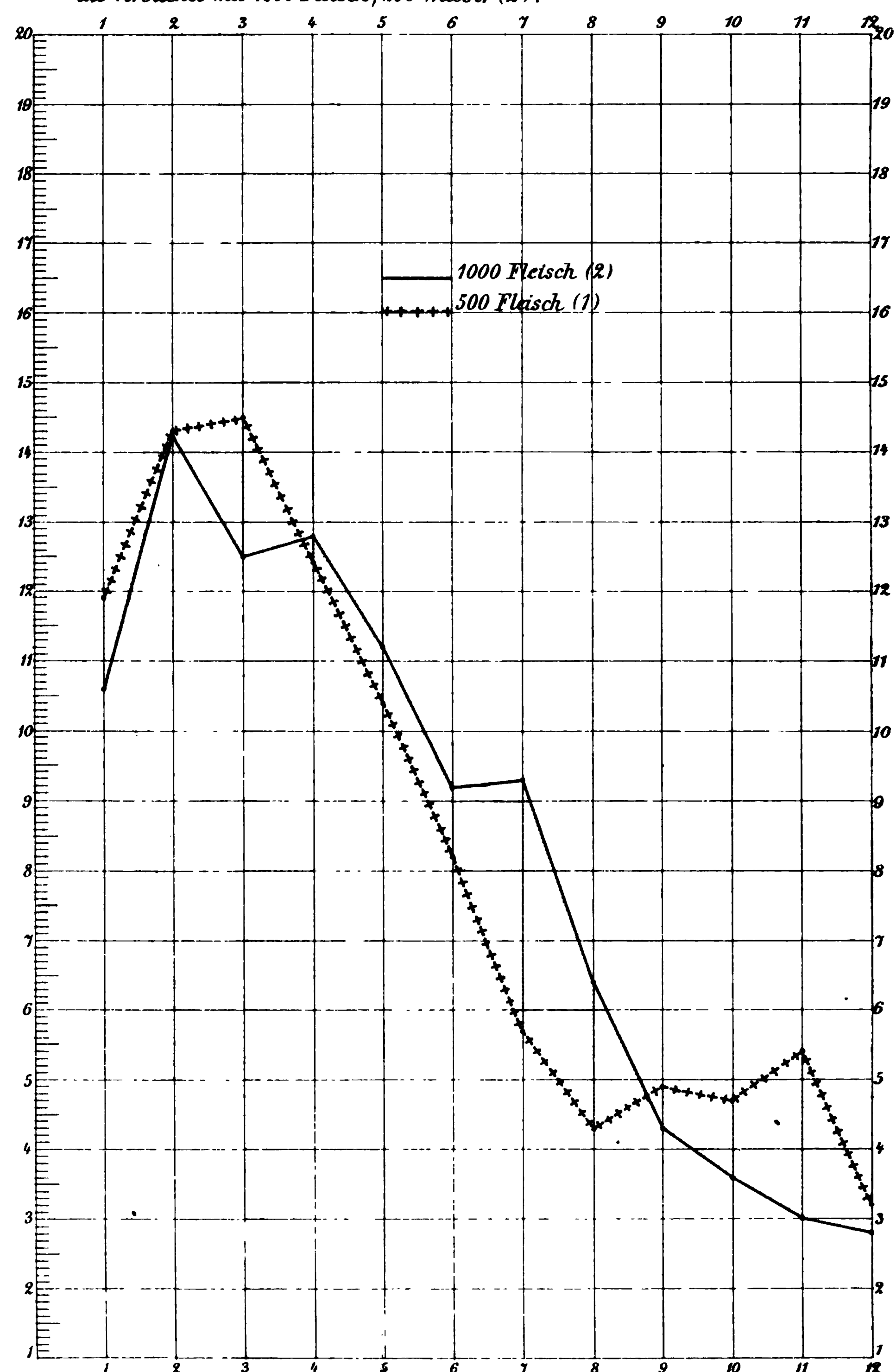
II. *Vergleich der % P_2O_5 Curven des Versuches mit 500 Fleisch, 200 Wasser (3*
und des Versuches mit 1000 Fleisch, 200 Wasser (2).



Digitized by Google

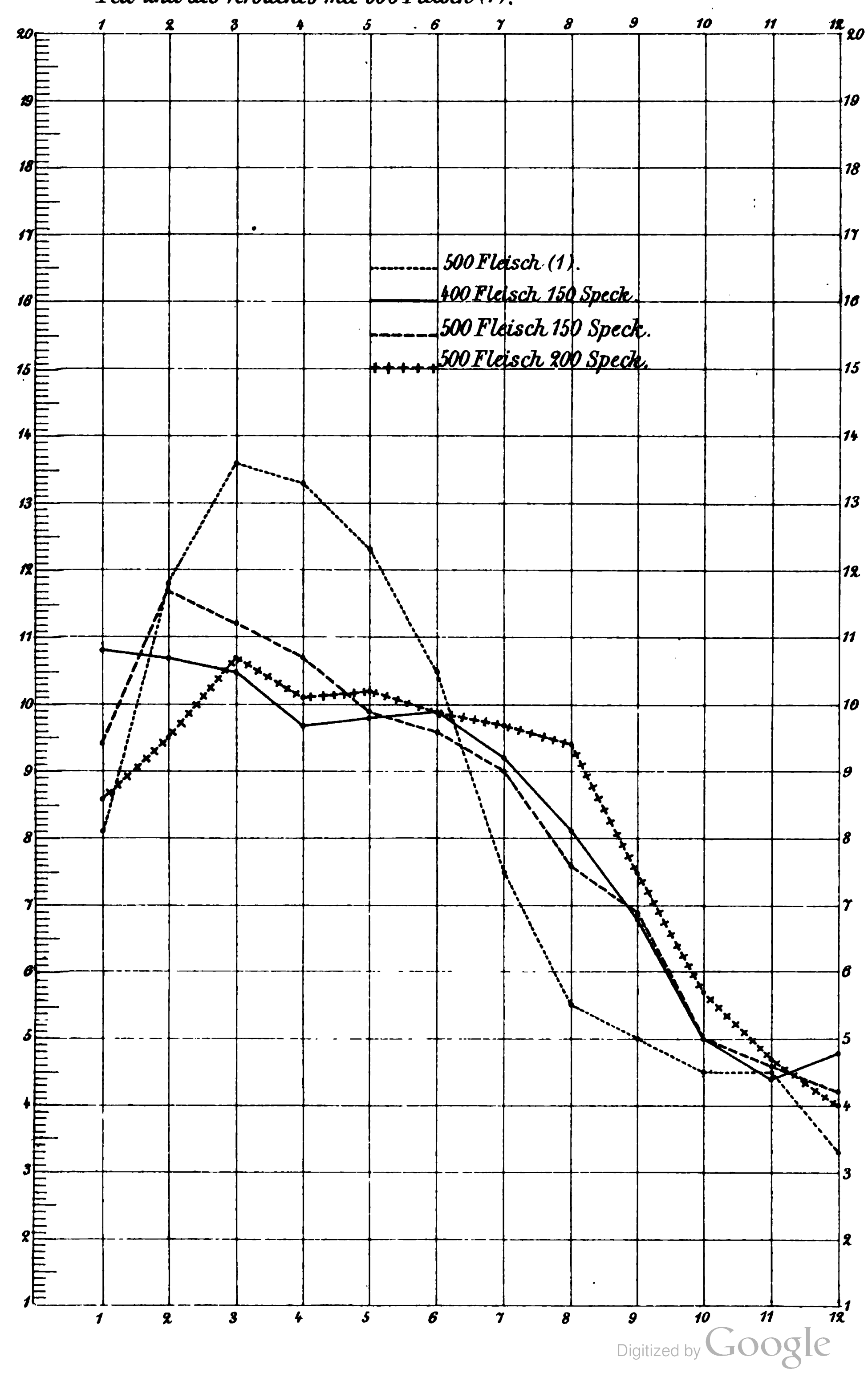
Digitized by Google

I. *Vergleich der % S-Curven des Versuches mit 500 Fleisch 200 Wasser (1) und des Versuches mit 1000 Fleisch, 200 Wasser (2).*



Digitized by Google

II. Vergleich der % N-Curven der Versuche bei Fütterung mit Fleisch und Fett und des Versuches mit 500 Fleisch (1).

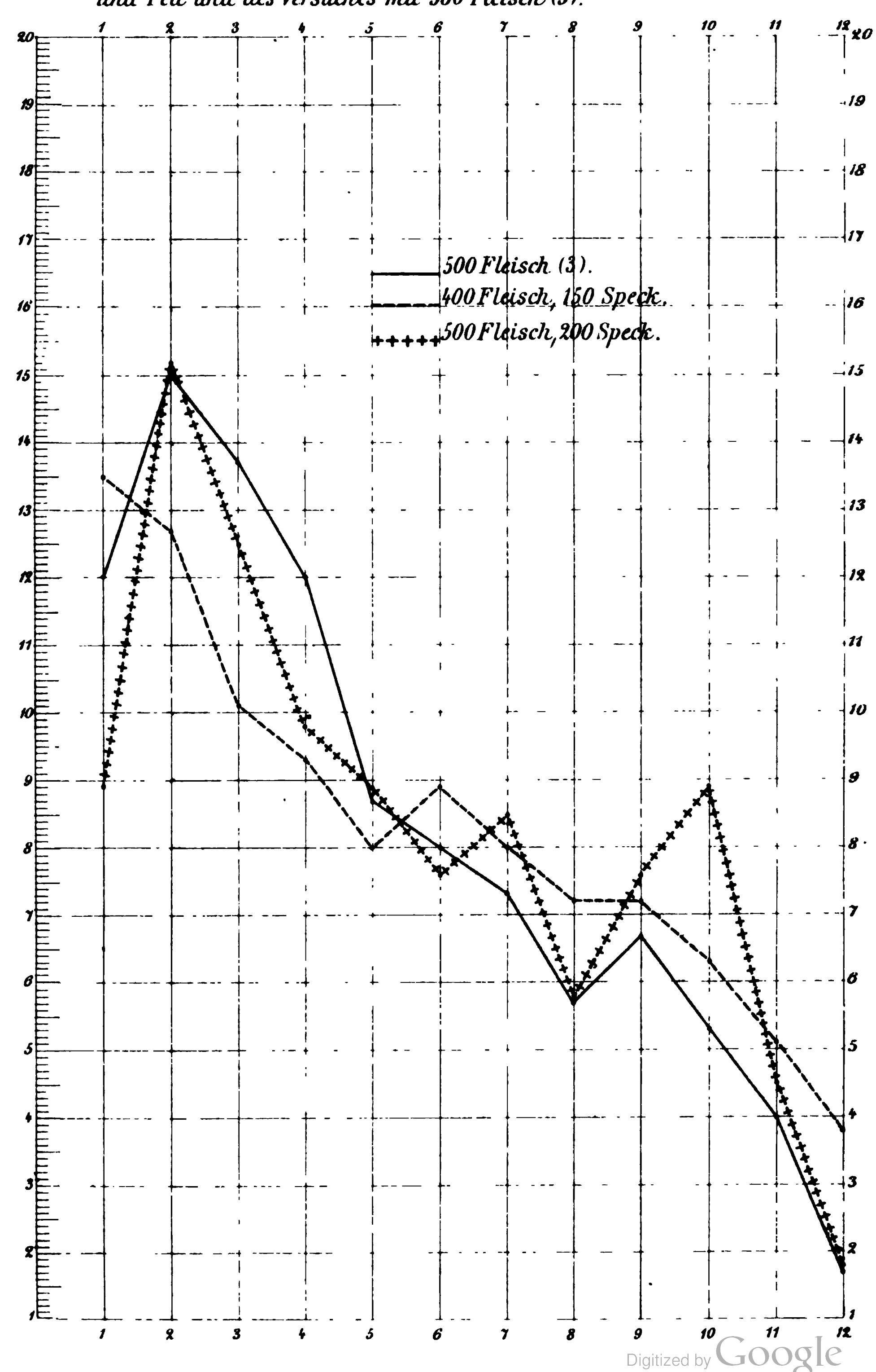


Digitized by Google

Digitized by Google

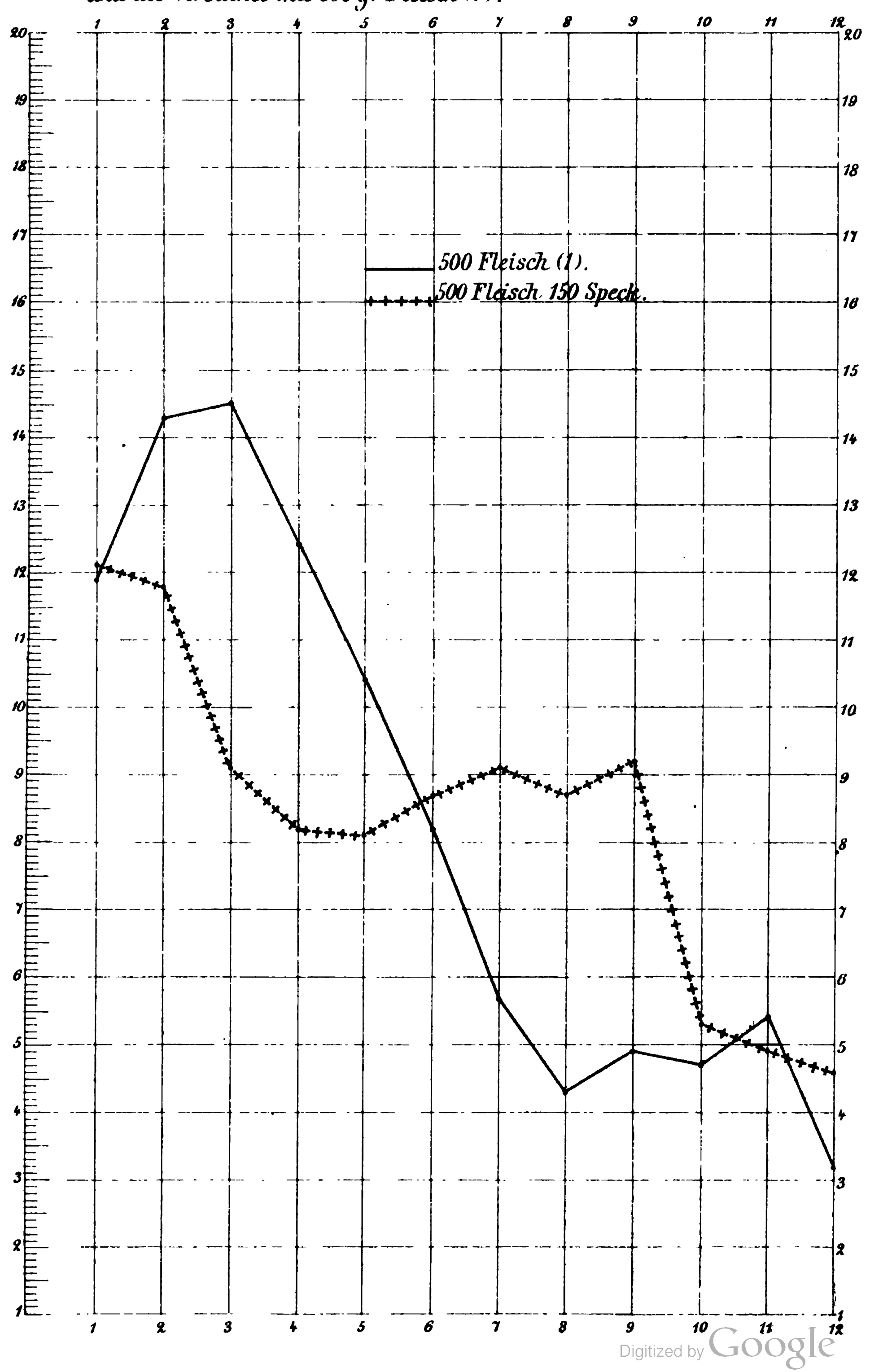
Digitized by Google

I. Vergleich der % P_2O_5-Curven der Versuche bei Fütterung mit Fleisch und Fett und des Versuches mit 500 Fleisch (3).



Digitized by Google

II. *Vergleich der % S-Curven des Versuches mit 500 gr Fleisch und 150 Speck und des Versuches mit 500 gr Fleisch (1).*



Digitized by Google

Digitized by Google

7516. June 30. 1881

ZEITSCHRIFT

FÜR

BIOLOGIE

VON

M. v. PETTENKOFER UND C. VOIT,
PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN.

XVII. Band.

1. Heft.

Inhalt:

Versuche über den Raumsinn der Haut bei Kindern. Von Dr. W. Camerer.
Ueber die Luftbewegung in den Münchener Sielen. Von Dr. Aladár v. Rózsahegyi.
Versuche über den Raumsinn der Haut an Blinden. Von Oskar Gärttner.
Der Raumsinn der unteren Extremität bei Anchylose des Kniegelenkes. Von E. Schimpf.
Respirationsversuche am schlafenden Menschen. Von Dr. L. Lewin.
Liebig's Methode der Harnstofftitrirung und ihre Modificationen. Von Dr. Max Gruber.
Vergleichende Bestimmungen des Fettgehaltes der Milch durch Gewichtsanalyse, mittels des Lactobutyrometers und der neuen aräometrischen Methode von Soxhlet. Von Dr. E. Egger.

MÜNCHEN UND LEIPZIG 1881.
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.

Digitized by Google

Im Verlage von **Ferdinand Enke in Stuttgart** ist soeben erschienen:

F. H. HUXLEY'S

Leitfaden

für

Praktische Biologie.

Mit Bewilligung des Verfassers in das Deutsche übertragen

von **Dr. Oskar Thamhayn,**

prakt. Arzt in Halle a. S.

8. Geh. Preis M. 4. (10)

Verlag von R. Oldenbourg in München und Leipzig.

Theorie der Gärung.

Ein Beitrag zur

Molekularphysiologie

von Professor **C. von Nägeli.**

Lex.-Octav. 156 Seiten. Druck auf feinstem Velinpapier.

Elegant broschirt M. 3.

Hauptabschnitte: Zersetzungstheorie Liebig's. — Fermenttheorie der Gärungschemiker. — Sauerstoffentziehungstheorie Pasteur's. — Molekularphysikalische Theorie der Fermentwirkung und Gärung. — Gärung innerhalb und ausserhalb der Zellen. — Wärmetönung bei der Gärung und Fermentwirkung. — Positiver und negativer Kraftaufwand bei der Gärung. — Beziehung zwischen Gärthätigkeit und Ernährung. — Beziehung zwischen Gärthätigkeit und Concurrenz. — Wirkung der Gifte auf die Hefenzellen. — Wirkung der Erschütterung. — Ausscheidung von Eiweiss aus gärthätigen Zellen. — Vorkommen der Gärwirkungen bei den Organismen. — Molekulare und micellare Verhältnisse.

Verlag von **R. Oldenbourg** in **München** und **Leipzig.**

Die Ernährung des Menschen.

Von

Johannes Ranke,

Professor an der Universität München.

384 Seiten Text mit einem Porträt Liebig's in Albertotypie.

Inhalt. Der Stoff- und Kraftwechsel in den lebenden Organismen. — Justus von Liebig und die Geschichte der Ernährungstheorie. — Die Nahrungsmittel des Menschen. — Die Ernährungsversuche. — Die Volksernährung. — Die mechanische Ernährungstheorie. — Zur Geschichte unserer Nahrungsmittel.

Urtheile der Presse.

.... In dem vorliegenden Bande wird die Ernährung des Menschen als ein Thema von allgemeinstem Interesse und ausserordentlicher Bedeutung für Jedermann in klarer und anschaulicher Darstellung mit der nöthigen Ausführlichkeit behandelt. *Blätter für literarische Unterhaltung 1878 Nr. 39.*

.... Die mechanische Ernährungstheorie hat dem hier behandelten Problem ein ausserordentlich gesteigertes Interesse verliehen. Das vorliegende Werk geht von dem Kreislauf des Stoffes aus, entwickelt die Versuche, die gemacht, die Theorien, die aufgestellt worden sind, um diese interessante Frage zu lösen, und schliesst ab mit einer vortrefflichen Darlegung der mechanischen Ernährungstheorie. *Westermann's Monatshefte 1878.*

Digitized by Google

7516. Mar. 17. 1882.

ZEITSCHRIFT

FÜR

BIOLOGIE

VON

M. v. PETTENKOFER UND C. VOIT,

PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN.

XVII. Band.

3. Heft.

Inhalt:

Photometrie des Absorptionsspectrums der Blutkörperchen. Von Ernst Jessen. (Mit Tafel I, II u. III.)
Ueber Schwefelbestimmungen im Harn der Herbivoren. Von H. Weiske.
Ueber Fleisch- und Fettproduction in verschiedenem Alter und bei verschiedener Ernährung. Referat von W. Henneberg.
Einige Bedingungen der Pepsinwirkung quantitativ studirt. Von Adolf Mayer.
Das Maass der Schallstärke. Von Karl Vierordt.
Untersuchungen zur Kanalisation. Von Dr. J. Soyka. I (Mit Tafel IV.)

MÜNCHEN UND LEIPZIG 1881.

DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.

Digitized by Google

Verlag von **August Hirschwald** in Berlin.

Soeben erschien:

Ueber die Uebung.

Rede am 2. August 1881 gehalten

von **E. du Bois-Reymond.**

1881. 8. Preis: 1 Mark 20 Pf. (11)

Verlag von **August Hirschwald** in Berlin.

Soeben erschien:

Ueber Lungen-Syphilis.

Erfahrungen aus der Praxis

von

Dr. F. W. T. Pancritius,

Königlichem Geh. San.-Rath.

1881. Gr. 8. Preis 7 Mark 60 Pf. (13)

Verlag von **August Hirschwald** in Berlin.

Centralblatt
für die
medicinischen Wissenschaften.

Redigirt von

Prof. **Dr. H. Kronecker** und Prof. **Dr. H. Senator.**

Wöchentlich 1—2 Bogen. Gr. 8. Preis des Jahrg. 20 Mark. (17)

Abonnements bei allen Buchhandlungen und Postanstalten.

In allen Buchhandlungen ist zu haben:

Medicinal-Kalender
für den Preussischen Staat 1882.

Mit Genehmigung

Sr. Excellenz des Herrn Ministers und mit Benutzung der Ministerial-Acten.

Zwei Theile. (I. Theil eleg. gebunden, II. Theil broschirt.)

Preis 4 Mark 50 Pf. (durchschossen 5 Mark). (15)

Verlag von **August Hirschwald** in Berlin.

In **Carl Winter's** Universitätsbuchhandlung in Heidelberg ist soeben erschienen:

Vergleichend-physiologische Studien.
Experimentelle Untersuchungen

von **Dr. C. Fr. W. Krukenberg.** 2. Reihe, 1. Abtheilung. Mit 4 Holzschnitten. Gr. 8. 6 ℳ

Inhalt: Der physiologische Vergleich. Zur Kenntniss der organischen Bestandtheile der thierischen Gerüstsubstanzen. Zweite Mittheilung. Beiträge zu einer Nervenphysiologie der Echinodermen. Zur vergleichenden Physiologie der Lymphe, der Hydro- und Hämolymphe. Zur Kritik der Schriften über eine sog. intracellulare Verdauung bei Coelenteraten. Weitere Untersuchungen zur vergleichenden Muskelchemie. Totaler Albinismus bei Cucumaria Planci. Die Farbstoffe der Federn. Zweite Mittheilung. Ueber den Einfluss der Kohlensäure auf die Muskeln der Actinien und Medusen. Kleinere Mittheilungen. (16)

Digitized by Google

-576. Apr. 18. 1882.

ZEITSCHRIFT

FÜR

BIOLOGIE

VON

M. v. PETTENKOFER UND C. VOIT,
PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN.

XVII. Band.
4. Heft.

Inhalt:

Ueber die Bedeutung des Asparagins für die thierische Ernährung. Von H. Weiske (Referent), G. Kennepohl und B. Schulze. II.
Ueber die Zusammensetzung der Frauenmilch. Von M. A. Mendes de Leon.
Der zeitliche Ablauf der Zersetzung im Thierkörper. Von Dr. Ludwig Feder. (Mit Tafel V—VIII.)

MÜNCHEN UND LEIPZIG 1881.
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.

Digitized by Google

Verlag von **August Hirschwald** in Berlin.

Soeben erschien:

Kurzes Lehrbuch
der
PHYSIOLOGIE
von
Prof. **Dr. L. Hermann.**

Siebente, gänzlich neu verfasste Auflage.
1882. Mit 95 Holzschn. 12 Mark.

Die vorliegende Auflage ist eine ganz neu verfasste Bearbeitung, in welche nur wenige Fragmente des bisherigen Textes Aufnahme gefunden haben. Die schematisirende Behandlungsweise der früheren Auflagen wurde aufgegeben, um in einer natürlicheren Darstellungsweise das thatsächliche Material zu vermehren, zugleich aber das Verständniss durch schärfere Gliederung des Inhaltes zu erleichtern. (1)

Verlag von **August Hirschwald** in Berlin.

Soeben erschien:

Die Albuminurie
im gesunden und kranken Zustande.
Von Prof. **Dr. H. Senator.**

1882. Mit 1 lithographirten Tafel. 3 Mark 60 Pf. (2)

Verlag von R. Oldenbourg in München und Leipzig.

Theorie der Gärung.
Ein Beitrag zur
Molekularphysiologie
von Professor **C. von Nägeli.**

Lex.-Octav. 156 Seiten. Druck auf feinstem Velinpapier.
Elegant broschirt 3 M.

Hauptabschnitte: Zersetzungstheorie Liebig's. — Fermenttheorie der Gärungschemiker. — Sauerstoffentziehungstheorie Pasteur's. — Molekularphysikalische Theorie der Fermentwirkung und Gärung. — Gärung innerhalb und ausserhalb der Zellen. — Wärmetönung bei der Gärung und Fermentwirkung. — Positiver und negativer Kraftaufwand bei der Gärung. — Beziehung zwischen Gärthätigkeit und Ernährung. — Beziehung zwischen Gärthätigkeit und Concurrenz. — Wirkung der Gifte auf die Hefenzellen. — Wirkung der Erschütterung. — Ausscheidung von Eiweiss aus gärthätigen Zellen. — Vorkommen der Gärwirkungen bei den Organismen. — Molekulare und micellare Verhältnisse.

Im Verlage von R. Oldenbourg in München und Leipzig ist erschienen:

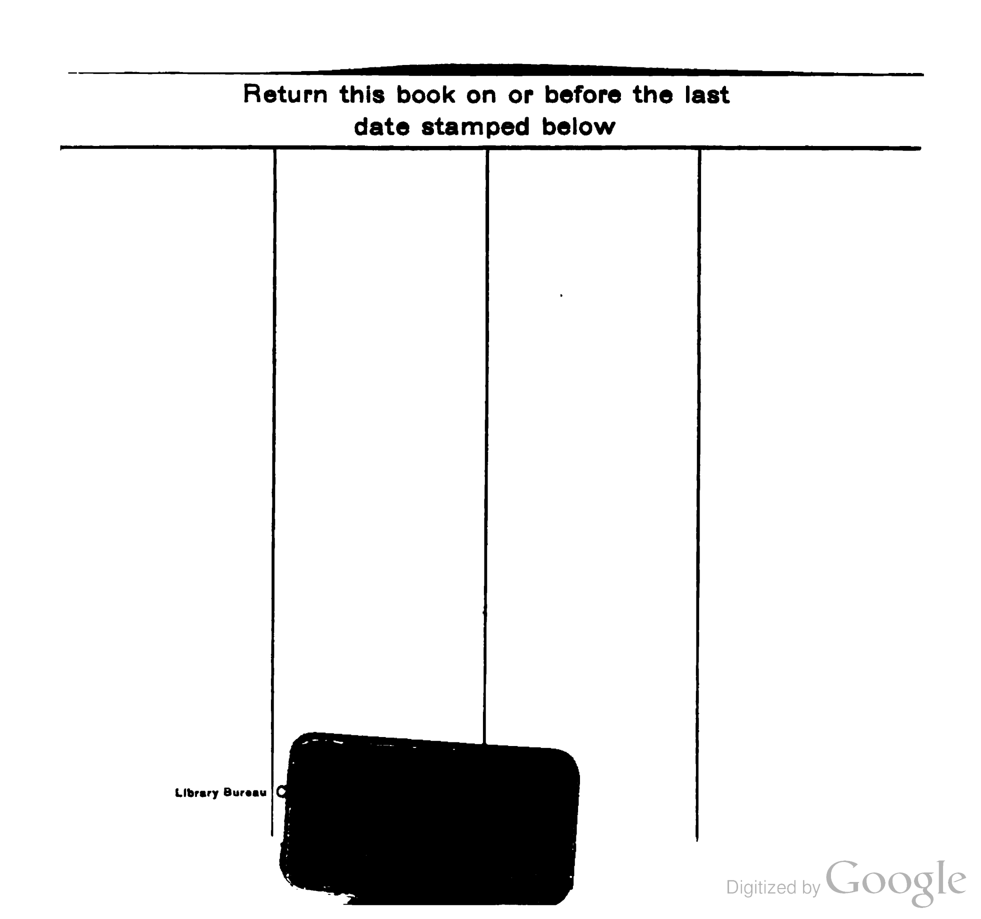
Das Blut.
Eine physiologische Skizze
von
Professor **Johannes Ranke** in München.

Naturkräfte Band 28. 8. 323 Seiten mit 58 Holzschnitten. 3 Mark.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google


Return this book on or before the last
date stamped below

Library Bureau

Digitized by Google

3 2044 102 932 647